



KONTEXTORIENTIERTE MUSIKWIEDERGABE IM FAHRZEUG

Von der Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
der Technischen Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig

zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Wirtschaftswissenschaften (Dr. rer. pol.)

genehmigte Dissertation

von

Patrick Helmholz

geboren am 09.04.1981

in Braunschweig

Eingereicht am: 06.10.2015

Disputation am: 09.12.2015

1. Referentin: Univ.-Prof. Dr. Susanne Robra-Bissantz

2. Referentin: Univ.-Prof. Dr. Ina Schaefer

Übersicht

Verzeichnisse	II
1 Einleitung	1
2 Mobilität	14
3 Kontextorientierung	22
4 Musikwiedergabe im Fahrzeug	50
5 Studien zur kontextorientierten Musikwiedergabe im Fahrzeug	93
6 Prototypen zur Kontextorientierung im Fahrzeug	133
7 Fazit	176
V Literaturverzeichnis	CLXXXV
VI Anhang	CCXV

I Inhaltsverzeichnis

I Inhaltsverzeichnis.....	II
II Abbildungsverzeichnis	VII
III Tabellenverzeichnis.....	XI
IV Abkürzungsverzeichnis	XIII
1 Einleitung.....	1
1.1 Motivation und Zielsetzung.....	1
1.2 Wissenschaftliche Vorgehensweise	7
1.3 Aufbau der Arbeit.....	10
2 Mobilität	14
2.1 Mobilitätsdefinition	14
2.2 Ubiquitous Computing	16
2.3 Mobile Services.....	18
2.3.1 Definition.....	18
2.3.2 Spezifika von Mobile Services	19
3 Kontextorientierung.....	22
3.1 Kontext.....	22
3.1.1 Basisdefinition und Einordnung	22
3.1.2 Definition im Bereich Computer Science	23
3.2 Kontextfaktoren	27
3.2.1 Primäre Kontextfaktoren	30
3.2.1.1 Ort	30
3.2.1.2 Zeit	31
3.2.1.3 Identität	31
3.2.2 Sekundäre Kontextfaktoren	31
3.2.2.1 Persönlicher Kontext.....	32
3.2.2.2 Tätigkeitskontext	32
3.2.2.3 Technischer Kontext	32

3.2.2.4 Räumlicher Kontext.....	33
3.2.2.5 Sozialer Kontext.....	33
3.2.2.6 Physischer Kontext	33
3.3 Kontextverarbeitung.....	34
3.3.1 Kontexterfassung.....	34
3.3.2 Kontexttransformation	35
3.3.3 Kontextaggregation und Kontextualisierung	37
3.4 Kontextorientierte Dienste	38
3.4.1 Definition.....	38
3.4.2 Abgrenzung zu Situation Awareness.....	41
3.4.3 Entwicklung im Gartner Hype Cycle	44
3.5 Ortsbezogene Dienste	45
3.5.1 Definition.....	46
3.5.2 Klassifikation ortsbezogener Diensten	47
3.5.3 Ortsbezogene Dienste im Fahrzeug.....	48
4 Musikwiedergabe im Fahrzeug.....	50
4.1 Technische Rahmenbedingungen zur Musikwiedergabe im Fahrzeug.....	50
4.1.1 Automotive Services.....	50
4.1.2 Infotainment im Fahrzeug	52
4.1.2.1 Entertainment.....	53
4.1.2.2 Integration des Smartphones im Fahrzeug	55
4.1.2.3 Aktuelle Infotainmentsysteme im Fahrzeug	57
4.2 Hörverhalten von Musik im Fahrzeug	64
4.2.1 Hörsituationen und -quellen.....	64
4.2.2 Wirkung von Musik	66
4.2.3 Wirkung bei der Autofahrt.....	67
4.2.4 Abgrenzung des Hörverhaltens im Fahrzeug	68
4.3 Kontextorientierte Musikwiedergabe im Fahrzeug.....	70
4.3.1 Fahrtkontext.....	70
4.3.1.1 Anforderungsbereiche der Fahraufgabe	70
4.3.1.2 Mobiler und automobiler Kontext	72
4.3.1.3 Fahrtmission und Fahrtziel.....	76
4.3.2 Anpassung der Musikwiedergabe	77
4.3.2.1 Empfehlungssysteme.....	77
4.3.2.2 Musikempfehlungssysteme.....	79
4.3.2.3 Kontextorientierte Musikempfehlungssysteme	84

5 Studien zur kontextorientierten Musikwiedergabe im Fahrzeug.....	93
5.1 Wirkung von Musik auf die Fahrleistung.....	95
5.1.1 Untersuchung der Fahrtbelastung	95
5.1.1.1 Physiologische Belastung	95
5.1.1.2 Kognitive Belastung	95
5.1.2 Verwandte Arbeiten	96
5.1.2.1 Realfahrtstudien	96
5.1.2.2 Simulatorstudien	97
5.1.3 Eigene Studie	101
5.1.3.1 Vorbefragung	101
5.1.3.2 Fahrsimulatorstudie.....	104
5.2 Musikpräferenzen in bestimmten Fahrsituationen	110
5.2.1 Verwandte Arbeiten	110
5.2.2 Eigene Studie	112
5.2.2.1 Auswahl der Fahrsituationen.....	112
5.2.2.2 Auswahl der Lieder	114
5.2.2.3 Vorstudie zur Bewertung von Musik und Fahrsituationen.....	114
5.2.2.4 Zuordnung von Musikstücken	118
5.2.2.5 Hauptstudie zur Zuordnung von Musik zur Fahrsituation	121
5.2.2.6 Ergebnisdiskussion	122
5.3 Wahrnehmung des Umfelds durch den Fahrer.....	124
5.3.1 Eigene Vorstudie	124
5.3.1.1 Auswahl der Videoszenen.....	125
5.3.1.2 Auswertung der Studie.....	126
5.3.2 Hauptstudie Realfahrt.....	128
5.3.2.1 Aufbau der Studie	129
5.3.2.2 Auswertung der Fahrstudie	130
5.4 Zusammenfassung der Studienergebnisse	131
6 Prototypen zur Kontextorientierung im Fahrzeug.....	133
6.1 CARLA: Applikation zur Bestimmung des Informationshorizonts	133
6.1.1 Motivation	133
6.1.2 Vorhersage des Informationshorizonts.....	135
6.1.2.1 Relevanz und Problematik	135
6.1.2.2 Verwandte Arbeiten.....	136
6.1.2.3 Entwicklung eines eigenen Modells	140
6.1.2.4 Anwendungsbeispiel	141
6.1.3 Prototyp	143

6.1.4 Probandenstudie und Evaluation.....	146
6.1.5 Fazit.....	148
6.2 AmbiTune: Applikation zur kontextorientierten Musikwiedergabe.....	150
6.2.1 Motivation	150
6.2.2 Verwandte Arbeiten	150
6.2.3 Entwicklung eines eigenen Modells.....	154
6.2.3.1 Verwendete Kontextfaktoren.....	156
6.2.3.2 Gewinnung der OSM-Daten.....	159
6.2.3.3 Nutzerprofil.....	161
6.2.3.4 Verwendete Musikmetadaten.....	161
6.2.3.5 Architektur der Anwendung.....	164
6.2.3.6 Anwendungsbeispiel	166
6.2.4 Prototyp	167
6.2.5 Evaluation.....	171
6.2.6 Fazit.....	174
7 Fazit.....	176
7.1 Zusammenfassung	176
7.2 Implikationen für die Praxis	179
7.3 Implikationen für die Forschung	181
V Literaturverzeichnis	CLXXXV
VI Anhang	CCXV
A 1 Umfrage: Nutzung von Radiodiensten.....	CCXV
A 2 Umfrage: Ortsbezogene Dienste im Fahrzeug	CCXVII
A 3 Erläuterung der angewandten Hausdorffmetrik	CCXIX
A 4 Ausgewählte Prototypen von CAMRS	CCXX
A 5 Sekundärstudien zur Wirkung von Musik bei der Autofahrt	CCXXI
A 6 Fahrsimulatorstudie: Einfluss von Musik auf die Fahrleistung	CCXXIII
A 7 Umfrage: Musikpräferenzen in bestimmten Fahrsituationen	CCXXIX
A 8 Fahrtvideoanalyse: Wahrnehmung des Umfelds.....	CCXLVIII
A 9 Realfahrtstudie zur Umgebungswahrnehmung	CCXLIX
A 10 Literaturanalyse: Kontextorientierte Musikempfehlungssysteme	CCLI
A 11 Probandenstudie AmbiTune	CCLIII

A 12 Workshop: Fahrsituation und Infotainment	CCLIV
A 13 Umfrage: Hörverhalten von Musik	CCLVI
A 14 Umfrage: Bewertung von kontextorientierter Musikeinspielung	CCLIX
A 15 Kontextfaktoren in AmbiTune.....	CCLXII
A 16 Contextual Inquiries	CCLXIII
A 17 Sekundärergebnisse des Projekts InCarMusic.....	CCLXVII
A 18 Valenz- und Energiewerte der Musik	CCLXVIII
A 19 Abfragen der Musikmetadaten	CCLXIX
A 20 Veröffentlichungen im Rahmen der Forschung.....	CCLXXI
A 21 Anmerkungen zur Arbeit.....	CCLXXII

II Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Identifizierte Forschungsbereiche der kontextor. Musikeinspielung im Fahrzeug	6
Abbildung 2: DSRM-Prozess nach Peffers und eigene Anwendung	9
Abbildung 3: Aufbau der Arbeit	11
Abbildung 4: Klassifikation von physischer und informationaler Mobilität	15
Abbildung 5: Automotive Ubiquitous Computing	17
Abbildung 6: Spezifika von Mobile Services	20
Abbildung 7: Abgrenzung von Situation und Kontext	27
Abbildung 8: Einteilung und Verarbeitung der Kontextfaktoren	29
Abbildung 9: Primärer Kontext	30
Abbildung 10: Sekundärer Kontext	32
Abbildung 11: Kontextaggregation und Kontextualisierung im Beispielszenario	37
Abbildung 12: Die fünf Rs kontextorientierter Dienste	41
Abbildung 13: Abgrenzung von Context Awareness zu Situation Awareness	43
Abbildung 14: Entwicklung von "Context-enriched Services" im Gartner Hypecycle	45
Abbildung 15: Aktivitäten bei LBS	47
Abbildung 16: Einordnung und Kategorien von LBS	48
Abbildung 17: Visualisierung des Informationshorizonts einer Fahrtstrecke	49
Abbildung 18: Klassifikation von Automotive Services	51
Abbildung 19: Bereiche des Infotainments im Fahrzeug	52
Abbildung 20: Klassifikation von Entertainment im Fahrzeug	54
Abbildung 21: Integrationsmethoden des Smartphones im Fahrzeug	55
Abbildung 22: Unterteilung von ITS im Fahrzeug	58
Abbildung 23: Musikübertragung zwischen Smartphone und Audi ITS	59
Abbildung 24: GUI des Audi connect im Fahrzeug und der Applikation auf dem Smartphone	59
Abbildung 25: Musikübertragung zwischen Smartphone und Android Auto-ITS	61
Abbildung 26: GUI des Musikplayers von Android Auto und Android auf dem Smartphone	61
Abbildung 27: Orte und Situationen an denen Musik gehört wird	65
Abbildung 28: Hörverhalten nach Hörquelle 2013	65
Abbildung 29: Wirkung von Musik und ihre Einflussfaktoren	66
Abbildung 30: Hörverhalten von Musik in verschiedenen Situationen	69
Abbildung 31: Die drei Anforderungsbereiche der Fahraufgaben	71

Abbildung 32: Kontext im Fahrzeug.....	75
Abbildung 33: Fahrmissionen in Deutschland 2008	77
Abbildung 34: Verfügbare Musiktitel nach Medium	79
Abbildung 35: Klassifikation von Musiktiteln	81
Abbildung 36: Ausgewählte Verfahren der Musikempfehlung	82
Abbildung 37: Verfahren des Content-Based Filtering	83
Abbildung 38: Verfahren des Collaborative Filtering	84
Abbildung 39: Kontextorientierte Musikempfehlung	85
Abbildung 40: Tages- und zeitbezogene Musikempfehlung bei Google Music All Access.....	86
Abbildung 41: Geschwindigkeitsbezogene Musikeinspielung bei Spotify Running	87
Abbildung 42: Vorgehen bei der Literaturanalyse zu CAMRS	89
Abbildung 43: Veröffentlichungen im Bereich CAMRS nach Jahr	90
Abbildung 44: Gesamtzahl der Veröffentlichungen	90
Abbildung 45: Ziele der kontextorientierten Musikeinspielung und eigene Studien.....	94
Abbildung 46: Aufbau der Fahrsimulatorstudie.....	101
Abbildung 47: Self-Assement Manikin für Aktivierung (Arousal).....	103
Abbildung 48: Self-Assement Manikin für Ladung (Valenz).....	103
Abbildung 49: Fahrtstrecke der Studie (links), Ansicht des Simulators (rechts)	105
Abbildung 50: Gemittelter Hautleitwert je Gruppe über die gesamte Fahrdauer	107
Abbildung 51: Gemittelte Hauttemperatur je Gruppe über die gesamte Fahrdauer	108
Abbildung 52: Geschwindigkeit im zweiten Abschnitt (freie Fahrt)	109
Abbildung 53: Aufbau der Onlinestudie	112
Abbildung 54: Bilder für ausgewählte Fahrsituationen	113
Abbildung 55: Vergleich der beiden Zuordnungsmethoden.....	119
Abbildung 56: Aufbau der Videostudie	124
Abbildung 57: Einteilung und Zuordnung der Schlagworte.....	127
Abbildung 58: Fahrtstrecke der Realfahrt	128
Abbildung 59: Aufbau der Realfahrtstudie	129
Abbildung 60: Ergebnisse an den Testpunkten	130
Abbildung 61: Ergebnisse der drei Studien.....	131
Abbildung 62: Fahrt als gerichteter, azyklischer Graph	140
Abbildung 63: Beispielszenario für die Prädiktion des Informationshorizonts	142
Abbildung 64: Nutzung des CARLA-Clients auf dem Android-System	144
Abbildung 65: Sequenzdiagramm zur Client-Server-Kommunikation von CARLA	145
Abbildung 66: Simulation einer Fahrt in der Webanwendung.....	145

Abbildung 67: Ergebnisse der Evaluation von CARLA	147
Abbildung 68: Oberfläche der App InCarMusic.....	152
Abbildung 69: Anforderungen an ein CAMRS im Fahrzeug	153
Abbildung 70: Funktionsweise des zweiten Modells von AmbiTune	155
Abbildung 71: Verwendete Kontext- und Musikmetadaten	156
Abbildung 72: Abfrage von Daten aus der OSM-Datenbank	159
Abbildung 73: Bestimmung des Umfelds aus den OSM-Daten	160
Abbildung 74: Beispiel für Musikmetadaten eines Songs	164
Abbildung 75: Architektur von AmbiTune.....	165
Abbildung 76: Musikauswahl Fahrtszenario 1	166
Abbildung 77: Musikauswahl Fahrtszenario 2	167
Abbildung 78: Aufbau der AmbiTune-Applikation	168
Abbildung 79: Sequenzdiagramm zur Client-Server-Kommunikation von AmbiTune	169
Abbildung 80: Weboberfläche des AmbiTune-Simulators	170
Abbildung 81: 3Fs der CAMRS im Fahrzeug.....	175
Abbildung 82: Ergebnisse der Arbeit nach DSRM-Prozess gegliedert.....	179
Abbildung 83: Weiterführende Aktivitäten im Forschungsbereich	184
Abbildung 84: Geschlechterverteilung der Radiostudie	CCXV
Abbildung 85: Altersverteilung der Radiostudie	CCXV
Abbildung 86: Medium zum Empfang	CCXV
Abbildung 87: Geschlechterverteilung der Studie zu LBS im Fahrzeug	CCXVII
Abbildung 88: Altersverteilung der Studie zu LBS im Fahrzeug	CCXVII
Abbildung 89: Ortsbezogene Informationen im Fahrzeug nach Geschlecht	CCXVII
Abbildung 90: Vernetztes Infotainment nach Geschlecht	CCXVIII
Abbildung 91: Relevanz von LBS im Fahrzeug	CCXVIII
Abbildung 92: Hausdorff-Metrik zur Identifikation topologisch ähnlicher Trips	CCXIX
Abbildung 93: Bewertung des subjektiven Tempos	CCXXIII
Abbildung 94: Bewertung der subjektiven Aktivierung (Arousal)	CCXXIV
Abbildung 95: Bewertung der subjektiven Ladung (Valenz)	CCXXIV
Abbildung 96: Versuchsaufbau aus Probandensicht	CCXXVI
Abbildung 97: Versuchsaufbau aus Forschersicht.....	CCXXVI
Abbildung 98: Hautleitwert kombiniert (Musikgruppen und Kontrollgruppe).....	CCXXVII
Abbildung 99: Normierte Hauttemperatur in Aufgabenteil 1 (Fahrzeug folgen).....	CCXXVII
Abbildung 100: Normierte Hauttemperatur in Aufgabenteil 2 (freie Fahrt)	CCXXVII
Abbildung 101: Gemittelte Geschwindigkeit für Gruppe 1 (langsam) und Gruppe 2 (schnell).....	CCXXVIII

Abbildung 102: Gemittelte Geschwindigkeit für Gruppe 1 (schnell) und Gruppe 2 (langsam)	CCXXVIII
Abbildung 103: Normierter Mittelwert der Distanz je Gruppe pro Minute.....	CCXXVIII
Abbildung 104: Normierter Mittelwert der Distanzen für ungerade Abschnitte	CCXXVIII
Abbildung 105: Normierter Mittelwert der Distanzen für gerade Abschnitte	CCXXVIII
Abbildung 106: Ansicht der Musikbewertung in der Vorstudie	CCXXXII
Abbildung 107: Ansicht der Zuordnung in der Hauptstudie	CCXXXIII
Abbildung 108: Häufigkeit der Tagvergabe nach Fahrsituation und Musiktitel	CCXXXIV
Abbildung 109: Verwendung der Kategorien nach Fahrsituation und Musiktitel	CCXXXV
Abbildung 110: Relevanz der Kontextfaktoren im Fahrzeug	CCXLVII
Abbildung 111: Geschlechterverteilung der Teilnehmer der Videoanalyse	CCXLVIII
Abbildung 112: Altersverteilung der Teilnehmer der Videoanalyse	CCXLVIII
Abbildung 113: Testpunkte der Fahrtstrecke	CCXLIX
Abbildung 114: Umfeldwahrnehmung der fünf Probanden	CCL
Abbildung 115: Merkmale der Fahrsituation	CCLIV
Abbildung 116: Ideen für das Infotainment im Fahrzeug	CCLV
Abbildung 117: Geschlecht und Alter der Umfrageteilnehmer	CCLVI
Abbildung 118: Fahrverhalten der Umfrageteilnehmer	CCLVI
Abbildung 119: Hörverhalten von Musik	CCLVII
Abbildung 120: Personalisierung von Radioinhalten	CCLVII
Abbildung 121: Bedürfnisse nach Fahrtmissionen	CCLVIII
Abbildung 122: Geschlecht und Alter der Umfrageteilnehmer	CCLIX
Abbildung 123: Besitz des Führerscheins.....	CCLIX
Abbildung 124: Regelmäßigkeit des Autofahrens.....	CCLIX
Abbildung 125: Musik hören bei Autofahrt.....	CCLX
Abbildung 126: Bewertungen von CAMRS im Fahrzeug	CCLX
Abbildung 127: Situationsbezogenes Musikhörverhalten	CCLX
Abbildung 128: Situationsbezogene Lautstärkeregelung	CCLXI
Abbildung 129: Situationsbezogene Titelpräferenz	CCLXI
Abbildung 130: Verwendete Kontextfaktoren in der Anwendung AmbiTune	CCLXII
Abbildung 131: Einordnung ausgewählter Musiktitel nach Valenz und Energie	CCLXVIII
Abbildung 132: Valenz-Aktivierungs-Modell nach Russell.....	CCLXVIII

III Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Ausgewählte Definitionen des Begriffs Kontext im Bereich Computer Science.....	26
Tabelle 2: Beispiel für Kontextfaktoren und -informationen	29
Tabelle 3: Beispiele für Hardware Sensoren	35
Tabelle 4: Beispiel einer Regelbasis als Pseudocode	36
Tabelle 5: Verwendete Synonyme für kontextorientierte Dienste in der Literatur.....	39
Tabelle 6: Herstellerübergreifende Infotainmentsysteme im Fahrzeug	63
Tabelle 7: Radioinhalte nach Fahrtmission.....	69
Tabelle 8: Gegenüberstellung mobiler und automobiler Kontext.....	73
Tabelle 9: Verwendete Begriffe für die Literaturanalyse	88
Tabelle 10: Veröffentlichungen zur kontextorientierten Musikeinspielung im Fahrzeug	91
Tabelle 11: Durchgeführte Studien zur kontextorientierten Musikwiedergabe	93
Tabelle 12: Digitale Analyse der Musikstücke nach Tempo	102
Tabelle 13: Korrelation für subjektive Bewertung der Musik.....	106
Tabelle 14: Übersicht der Studienergebnisse	110
Tabelle 15: Zusammensetzung des erweiterten GEMS-Modells.....	114
Tabelle 16: Beispielhafte Auswertung für Situation e	122
Tabelle 17: Ausgewählte 8 Fahrtszenen.....	126
Tabelle 18: Gegenüberstellung verwandter Arbeiten zur Prädiktion der Fahrtroute.....	136
Tabelle 19: Daten aus der Probandenstudie	146
Tabelle 20: Kontextfaktoren von InCarMusic.....	151
Tabelle 21: Einteilung der Geschwindigkeitsklassen nach BPM	162
Tabelle 22: Beispiele der Einteilung nach Valenz und Energie	163
Tabelle 23: Musikhörverhalten der Probanden der AmbiTune-Studie.....	171
Tabelle 24: Fahrverhalten der Probanden der AmbiTune-Studie	172
Tabelle 25: Ergebnisse der Bewertung des Systems	173
Tabelle 26: Wichtigkeit von Aktionen/Funktionen bei der Fahrt.....	CCXVI
Tabelle 27: Radionutzung zu Hause und im Auto nach Geschlecht.....	CCXVI
Tabelle 28: Gegenüberstellung verschiedener Prototypen von CAMRS.....	CCXX
Tabelle 29: Übersicht über Realfahrtstudien.....	CCXXI
Tabelle 30: Übersicht über Simulatorstudien	CCXXI
Tabelle 31: Demographische Daten der Vorbefragung	CCXXIII

Tabelle 32: Überblick über objektive und subjektive Bewertung der Lieder	CCXXV
Tabelle 33: Ausgewählte Songs für die Umfrage.....	CCXXIX
Tabelle 34: Dimensionen und Ausprägungen des GEMS-9-Modells	CCXXXI
Tabelle 35: Erweitertes GEMS-9-Modell (deutsch).....	CCXXXI
Tabelle 36: Verwendung der Tags bei den 9 Fahrsituationen	CCXXXV
Tabelle 37: Zuordnung der Musik zu Situation a	CCXXXVI
Tabelle 38: Zuordnung der Musik zu Situation b	CCXXXVII
Tabelle 39: Zuordnung der Musik zu Situation c.....	CCXXXVIII
Tabelle 40: Zuordnung der Musik zu Situation d	CCXXXIX
Tabelle 41: Zuordnung der Musik zu Situation e	CCXL
Tabelle 42: Zuordnung der Musik zu Situation f	CCXLI
Tabelle 43: Zuordnung der Musik zu Situation g	CCXLII
Tabelle 44: Zuordnung der Musik zu Situation h	CCXLIII
Tabelle 45: Zuordnung der Musik zu Situation i.....	CCXLIV
Tabelle 46: Ergebnisse der Musikauswahl in der Hauptstudie	CCXLV
Tabelle 47: Ortskundigkeit und Fahrverhalten	CCXLVIII
Tabelle 48: Top-Begriffe pro Szene	CCXLVIII
Tabelle 49: Teilnehmer der Realfahrtstudie.....	CCXLIX
Tabelle 50: Ergebnisse der Literaturanalyse zu CAMRS.....	CCLI
Tabelle 51: Angaben der Probanden bei der AmbiTune-Fahrstudie	CCLIII
Tabelle 52: Identifizierte Zusammenhänge zwischen Kontext und Genrewahl	CCLXVII

IV Abkürzungsverzeichnis

ADT	Already-Driven-Trip
API	Application Programming Interface
BBox	Bounding Box
BPM	Beats per Minute
CAMRS	Context-aware Music Recommender System
CARLA	Context-aware Route Learning Application
CARS	Context-aware Recommender System
CBF	Content-based Filtering
CCC	Car Connectivity Consortium
CDT	Currently-Driven-Trip
CF	Collaborative Filtering
CLT	Cognitive Load Theory
DSR	Design Science Research
DSRM	Design Science Research Methodology
DVB	Digital Video Broadcast
GB	Gigabyte
GEMS	Geneva Emotional Music Scale
GfK	Gesellschaft für Konsumforschung
GPS	Global Positioning System
GSM	Global System for Mobile Communications
GUI	Graphical User Interface
HMM	Hidden-Markov-Modell
IS	Information Systems

IT	Informationstechnologie
ITS	Infotainmentsystem
IVI	In-Vehicle-Infotainment
JSON	JavaScript Object Notation
KP	Kontextparameter
LBS	Location Based Services bzw. ortsbezogene Dienste
LSA	Latent Semantic Analysis
LTE	Long Term Evolution
M	Mittelwert
MB	Megabyte
M-Service	Mobile Service
MIP	Music Intelligence Platform bzw. Musikmetadatendienst
MIV	Motorisierter Individualverkehr
MRS	Music Recommender System bzw. Musikempfehlungssystem
OAA	Open Automotive Alliance
OEM	Original Equipment Manufacturer
OSM	OpenStreetMap
POI	Point of Interest
RS	Recommender System bzw. Empfehlungssystem
SA	Situation Awareness
SAM	Self-Assessment Manikin
SD	Standard Deviation bzw. Standardabweichung
SDK	Software Development Kit
UbiComp	Ubiquitous Computing
UKW	Ultrakurzwelle
WI	Wirtschaftsinformatik

“The most profound technologies are those that disappear. They weave themselves into the fabric of everyday life until they are indistinguishable from it.”

Mark Weiser (1991)¹

1 Einleitung

1.1 Motivation und Zielsetzung

Das Smartphone ist mittlerweile ein ständiger Begleiter in unserer Gesellschaft. Die Nutzer fühlen sich jedoch zunehmend belastigt von zu vielen Angeboten, Informationen und Hinweisen, die sie täglich erreichen [Robra-Bissantz 2005, S. 25]. Eine Bedarfsanpassung in Form von Personalisierung und Kontextbezug nimmt dementsprechend bei mobilen Diensten eine immer wichtigere Rolle ein. Das Marktforschungsunternehmen Gartner prognostiziert in der Bedürfnisdeckung der mobilen Nutzer in unterschiedlichen Kontexten und Umgebungen einen zukünftigen Schwerpunkt und gibt *kontextorientierte Systeme* und *Computing Everywhere* als zwei der zehn wichtigsten strategischen Technologietrends für das Jahr 2015 an. [Gartner 2014a]

Wie im Folgenden aufgezeigt wird, ist Musikhören im Fahrzeug eine wichtige Nebentätigkeit, die vor allem durch den Kontext beeinflusst wird. Dieser Bereich wird aus verschiedenen Gründen bisher jedoch nur geringfügig in Forschung und Praxis betrachtet.

Ziel dieser Arbeit ist es, den Kontext im Fahrzeug in Bezug auf die Musikeinspielung von Kunden- und Kontextseite näher zu betrachten. Hierdurch sollen Ansätze identifiziert werden, wie die Musik im Fahrzeug an die situationsspezifischen Musikwünsche des Nutzers angepasst werden kann und der Fahrer in komplexen Fahrsituationen zudem weniger durch die Musik gefordert wird.

Kontextorientierte Dienste sind in der Lage, Nutzer bei der Bewältigung ihres Alltags proaktiv zu unterstützen [Chang 2013, S. 1172; Mehra 2012, S. 13]. Sie helfen dabei, dem immer größeren Informationsangebot zu begegnen, indem sie relevante Informationen filtern und aufbereiten,

¹ Mark Weiser (* 23.07.1952, † 27.04.1999) war ein amerikanischer Wissenschaftler im Bereich der Informatik. Er entwickelte den Begriff des Ubiquitous Computing indem er in seinem Artikel „*The Computer for the 21st Century*“ von 1991 die Welt der Computer und das Leben mit IT Mitte des 21. Jahrhunderts beschrieb und vorhersagte (siehe [Weiser 1991, S. 66]).

wodurch ein *Information Overload*² vermieden wird [Fischer 2012, S. 287]. Beispielsweise empfehlen sie dem Nutzer Filme für den aktuellen Abend, warnen vor nahendem Unwetter oder weisen darauf hin, dass sich Freunde in der Nähe befinden. So unterschiedlich die einzelnen Anwendungen auch ausgeprägt sein mögen, haben sie doch eines gemeinsam: Sie berücksichtigen den Kontext, in dem sich der Nutzer gerade befindet [Chang 2013, S. 1172; Lee et al. 2011, S. 527]. Um diesen Kontext zu ermitteln, sind Sensoren oder andere Datenquellen erforderlich, die beispielsweise Rückschlüsse über Uhrzeit, Aufenthaltsort, Wetterbedingungen oder soziale Beziehungen des Nutzers zulassen [Schmidt et al. 1998, S. 896]. Gängige Smartphones, aber auch moderne Fahrzeuge, eignen sich für den Einsatz kontextsensitiver Dienste besonders, da sie sowohl über die erforderlichen Sensoren als auch zunehmend über einen Internetzugang als Quelle für weitere Daten verfügen [Garzon 2012, S. 315; Gerla et al. 2014, S. 241f].

Gerade im Bereich der Smartphones haben sich in den letzten Jahren viele Dienste entwickelt, die automatisch den Kontext einbeziehen. Einer der am weitesten entwickelten Dienste ist Google Now³ [Dekel et al. 2014, S. 67]. Dieser Dienst zeigt dem Nutzer zum Beispiel den Parkplatz des eigenen Autos an, warnt vor Stau auf dem Heimweg vor Fahrtantritt oder gibt Empfehlungen für Sehenswürdigkeiten, sobald man in eine unbekannte Umgebung kommt.

Mit dem Wechsel des Kontextes ändert sich jedoch nicht nur das Informationsbedürfnis, sondern auch das Unterhaltungsbedürfnis. Ein weiterer möglicher Anwendungsbereich für kontextorientierte Dienste ist somit die Anpassung der Musikeinspielung. Das Musikhören hat sich zu einer der häufigsten Begleitaktivitäten der Gesellschaft entwickelt und kommt in nahezu jeder Situation des alltäglichen Lebens vor [DeNora 2011, S. 47]. Die Nutzer hören Musik bei der Arbeit, um sich zu konzentrieren, bei der Hausarbeit, um sich abzulenken, oder beim Sport, um sich zu motivieren. Durch Musik fällt es zudem leichter, sich zu entspannen und Stress abzubauen. [Knobloch & Zillmann 2002; Saarikallio & Erkkilä 2007; Sloboda & O'Neill 2001]

Als Medium zum Musikhören wird meistens das Radio verwendet [Bundesverband Musikindustrie e.V 2014, S. 27; Müller 2007, S. 6]. Zudem lässt sich Radio hören laut Nutzungsstatistiken mit Musik hören gleichsetzen, da das Programm der meisten Radiosender fast ausschließlich aus Musik besteht und der Nutzungsaspekt der Hörer meistens das Hören von Musik ist [Meneses 2012, S. 235]. Täglich hört jede Person in Deutschland im Schnitt 186

² Als Information Overload bezeichnet man allgemein die Darstellung von Informationen in einer so hohen Geschwindigkeit, dass ein Mensch diese nicht verarbeiten kann [Hiltz & Turoff 1985, S. 680].

³ Kontextorientierter Teil des Android Betriebssystems von Google (siehe www.google.com/landing/now).

Minuten Radio. Damit liegt die Radionutzung direkt hinter der Nutzung des Fernsehers (221 min) und vor der Nutzung des Internets (108 min) [Statista 2014c] und hat sich in den letzten 10 Jahren kaum verändert [Statista 2014b]. Im Gegensatz zur Nutzung des Fernsehers oder Internets erfordert das Radio meistens nicht die ganze Aufmerksamkeit des Hörers [Kleinstauber 2011, S. 188; Schramm 2008, S. 132]. Dadurch eignet sich das Radio als „Nebenbeimedium“ zur einfachen Begleitung bei (Übergangs-)Tätigkeiten [Kleinstauber 2011, S. 221]. Zudem werden dem Radio gegenüber den anderen Medien vor allem emotionale und stimmungsbezogene Funktionen zugeordnet [Ridder & Engel 2010, S. 542].

Obwohl Musik hören unseren Alltag begleitet, wird der Kontext auf Applikationsebene bisher nur geringfügig betrachtet und eingesetzt. Die immer häufiger genutzten personalisierten Musikstreamingdienste wie Spotify⁴, last.fm⁵ oder Pandora⁶ verwenden lediglich Profilinformatoren des Hörers zur kollaborativen Ermittlung ähnlicher Profile, um die Musik an den Musikgeschmack anzupassen, oder sie ermöglichen die Angabe der Stimmung, um dementsprechend eine Playlist zu generieren. Keiner dieser Dienste verwendet bisher automatisch erfasste Kontextinformationen (z.B. Ort, Uhrzeit oder Wetter), um die Musikeinspielung anzupassen.

Im mobilen Umfeld beeinflusst der Kontext jedoch häufig den Musikwunsch des Konsumenten und besitzt daher, aufgrund ständiger Veränderungen, einen hohen Stellenwert. Ohne Einbezug des Kontextes entstehen folglich häufig Musikempfehlungen, die für den Musikhörer von geringem Nutzen sind. [Kaminskas & Ricci 2012, S. 90; Lehtiniemi 2008, S. 314]

In der Forschung wurde dieses Problem inzwischen erkannt und es wird versucht, den Nutzerkontext mit Hilfe von sogenannten kontextorientierten Musikempfehlungssystemen (engl. *Context-Aware Music Recommender Systems*, nachfolgend CAMRS genannt) zu berücksichtigen. So gibt es bereits Forschungsprojekte und daraus resultierende Prototypen, welche die Musikeinspielung anhand einzelner Kontextfaktoren, wie *Ort* [Camurri et al. 2010; Kaminskas & Ricci 2011; Kim et al. 2006; Lee & Lee 2007; Lehtiniemi 2008; Schedl et al. 2014a], *Zeit* [Lehtiniemi 2008; Park et al. 2006; Resa 2010; Schedl et al. 2014a; Su et al. 2010], *körperliche Aktivitäten* [Elliott & Tomlinson 2006; Nirjon et al. 2012; Wijnalda et al. 2005] oder *Wetter* [Park et al. 2006; Schedl et al. 2014a; Su et al. 2010] anpassen.

⁴ Schwedischer Musikstreamingdienst, der fast weltweit operiert (siehe www.spotify.com/de).

⁵ Deutsch/englischer sozialer Musikstreamingdienst, der in vielen westlichen Ländern operiert (siehe www.lastfm.de).

⁶ Amerikanischer Musikstreamingdienst, der aus lizenzrechtlichen Gründen nur in den USA, Australien und Neuseeland genutzt werden kann (siehe www.pandora.com).

In der Praxis gibt es bisher jedoch kaum Applikationen, die von dieser Form der Anpassung der Musikeinspielung Gebrauch machen. Eine Ausnahme stellt der Musikstreamingdienst Songza⁷ dar. Er empfiehlt dem Konsumenten verschiedene aufbereitete Playlisten neben den Profildaten des Nutzers auch anhand des Wochentages und der Uhrzeit und passt somit die Musik an den Kontextfaktor Zeit an. Der Nutzer bekommt Montag morgens Musik zum wach werden oder für die Fahrt zur Arbeit eingespielt – nachmittags werden dann Playlisten zum konzentrierten Arbeiten oder für den Work-out angeboten. Die Bedeutung dieser zunehmenden Kontextverwendung im Musikbereich zeigt sich unter anderem auch daran, dass Google das Unternehmen Songza im Sommer 2014 für eine zweistellige Millionensumme übernahm⁸ und die Funktionalität dieses Dienstes in seinen eigenen Musikdienst integriert. Die genannten Forschungsprojekte und Dienste passen die Musik an den Nutzer an oder berücksichtigen einzelne Kontextfaktoren, sie betrachten jedoch nicht dediziert den häufigsten und, von seinen Besonderheiten her, speziellen Anwendungsfall des Musikhörens – die Autofahrt.

Eine eigene Studie⁹ zeigt, dass das Autoradio das wichtigste Ausgabemedium für Musik ist. Über 70 Prozent der Befragten gaben an, das Autoradio zur Musikausgabe zu nutzen. Es hat demnach den höchsten Wert vor dem klassischen Radiogerät (ca. 67 %). Über 80 Prozent dieser Personen hören zudem täglich Autoradio. Die Ergebnisse der eigenen Studie werden durch Sekundärstudien¹⁰ bestätigt. Jeden Morgen hören beispielsweise ca. neun Millionen Autofahrer in Deutschland Radio in ihrem Fahrzeug [Radiozentrale 2013]. Dies liegt auch darin begründet, dass der Besetzungsgrad der Fahrzeuge in Deutschland mit durchschnittlich knapp 1,5 Personen sehr gering ist und viele somit allein fahren [o.A. 2010, S. 3].

Die Musik kann während der Autofahrt verschiedene Funktionen erfüllen. Sie kann verwendet werden, um ein Gemeinschaftsgefühl bei Alleinfahrten zu erzeugen, um eine Ablenkung auf einer langen und langweiligen Fahrt zu ermöglichen, um die eigene Stimmung zu regulieren, oder einfach nur zur Unterhaltung dienen [DeNora 2011; Dibben & Williamson 2007; van der Zwaag et al. 2013a]. Zudem zeigen Studien, dass die Musikeinspielung während der Fahrt auch die Fahrleistung sowohl positiv als auch negativ beeinflussen kann [Brodsky 2001; Cassidy & MacDonald 2010; Dibben & Williamson 2007; North & Hargreaves 1999, 2008; Ünal et al. 2012; Wiesenthal et al. 2000; Wiesenthal & Hennessy 2003].

⁷ Amerikanischer Musikstreamingdienst, der nur in den USA und Kanada operiert (siehe www.songza.com).

⁸ Presseartikel zur Übernahme (siehe [Crook 2014]).

⁹ Befragung von 153 Personen an der TU Braunschweig (66 % männlich, 34 % weiblich, Altersdurchschnitt 24,7 Jahre) im Jahr 2012 (siehe A 1).

¹⁰ Siehe [Statista 2012] und [Statista 2011b].

Die vorgebrachten Fakten belegen, dass Radio hören eine wichtige Nebentätigkeit während der Autofahrt ist. Viele Musikkonsumenten wollen jedoch aus unterschiedlichen Gründen ihre eigene Musik hören und nicht dem klassischen Radioprogramm folgen [North et al. 2004] und nutzen daher ihre (Online-)Musikmediatheken. In den letzten Jahren stellt dies immer mehr Musikkonsumenten vor eine große Herausforderung. Für den mobilen Bereich sind die Musikmediatheken zu umfangreich und dadurch schwer überschaubar geworden. Die Nutzer können bis zu 30 Millionen Songs von mehr als sieben Millionen Künstlern aus den verschiedensten Genres (z.B. Pop, Rock, Klassik, Techno) wählen [Statista 2014a; Thomes 2011, S. 2f]. Hierdurch erweist sich die Auswahl eines für den aktuellen Fahrtkontext passenden Musiktitels als äußerst zeitaufwändig [Kaminskas & Ricci 2012, S. 90] und erfordert zudem Interaktion mit dem System¹¹ [Mitsopoulos-Rubens et al. 2011, S. 583]. 61 Prozent der deutschen Autofahrer fühlen sich durch das System inzwischen sogar abgelenkt [CSC 2014]. So können sich die Musikkonsumenten in bestimmten Situationen nicht mehr vollständig auf ihre primäre Aktivität, nämlich der Führung des Fahrzeugs, konzentrieren. Eine geeignete (Vor-)Auswahl der passenden Musik durch das System ist somit aus mehreren Gründen gefordert. [Kaminskas & Ricci 2012, S. 90]

Während für die Bereitstellung kontextsensitiver Inhalte außerhalb des Fahrzeugs häufig der aktuelle Standort des Nutzers ausreicht, ist für Anwendungen im Fahrzeug – und somit auch für Musikdienste – der zukünftige Aufenthaltsort bzw. der vorausliegende Streckenverlauf von zentraler Bedeutung [Di Lorenzo et al. 2009, S. 1].

CAMRS für das Fahrzeug können dabei helfen, sowohl Musik einzuspielen, die der Nutzer in bestimmten Fahrtszenarien bevorzugt, als auch die Musik automatisch an den Fahrtkontext anzupassen und dadurch erwünschte Änderungen (z.B. erhöhte Aufmerksamkeit oder fahrtbezogene Entspannung) hervorzurufen. Nur wenige Forschungsarbeiten im Bereich der CAMRS betrachten speziell den Anwendungsfall *Autofahrt* [Baltrunas et al. 2011a, 2012]. Die Automobilhersteller selbst sind von der Adaption solcher Systeme noch weit entfernt und warten auf die notwendige Sensorik im Fahrzeug und einheitliche Fahrzeugplattformen¹² zur Entwicklung und Verteilung entsprechender Applikationen [Schlachtbauer et al. 2010, S. 30f; Zauner et al. 2010, S. 932f]. Dieser Entwicklungsrückstand liegt vor allem am Life-Cycle-Gap zwischen Unterhal-

¹¹ Als System sind in diesem Fall sowohl das Infotainmentsystem des Fahrzeug, wie auch externe Geräte (z.B. mobile Musikplayer oder Smartphones) gemeint.

¹² Hier sind vor allem die Bestrebungen der großen Anbieter von Smartphonebetriebssystemen zu nennen. Dies sind vorrangig Google mit Android Auto (siehe www.android.com/auto) und Apple mit CarPlay (siehe www.apple.com/de/ios/carplay).

tungselektronik¹³ und Elektronik im Automobil sowie deren Software, der unter anderem auf spezielle Anforderungen an funktionale Sicherheit, Datensicherheit und Zuverlässigkeit zurückzuführen ist [Broy et al. 2007, S. 358ff; Löffler 2013, S. 10ff; Pretschner et al. 2007, S. 57]. Zudem ist auch die Integration des Smartphones bzw. die Konnektivität zum Fahrzeuginfotainmentsystem bisher nur eingeschränkt möglich, obwohl das Smartphone bereits viele Anwendungen und Profilinformationen bereithält, die auch im Fahrzeug relevant sind [Diewald et al. 2011, S. 1; Murphy et al. 2013, S. 148ff; Sonnenberg 2010, S. 162] und für die Anpassung der Musikeinspielung genutzt werden können.

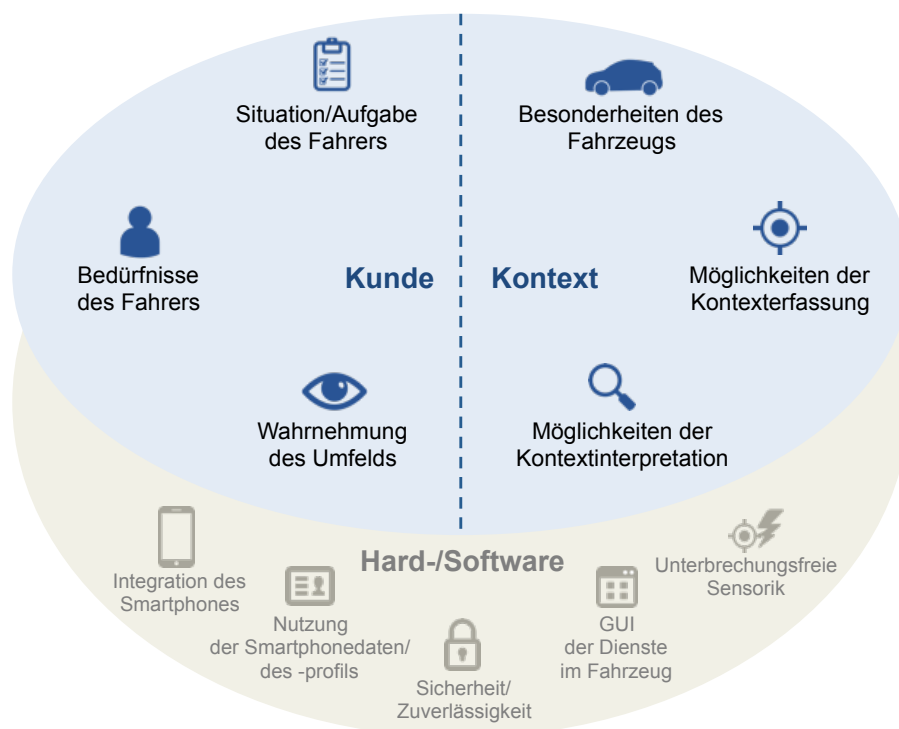


Abbildung 1: Identifizierte Forschungsbereiche der kontextorientierten Musikeinspielung im Fahrzeug

Es fehlt im Bereich der kontextorientierten Musikeinspielung im Fahrzeug an Schnittstellenforschung zwischen der Situation bzw. Aufgabe des Fahrers, dem Bedürfnis der Kunden¹⁴, der Kontextwahrnehmung des Kunden und der Erfassung, Interpretation bzw. Nutzung des Kontext-

¹³ Mit Unterhaltungselektronik (engl. Consumer Electronics) ist vor allem der Bereich der mobilen Multimediageräte, wie Smartphones, Tablets oder Musikplayer (iPod) gemeint. Hierbei erscheinen jährlich neue Gerätegenerationen [Heinrichs et al. 2012, S. 623].

¹⁴ Hier ist mit dem Kunden vorrangig der Fahrer gemeint und nur zweitrangig weitere Personen im Fahrzeug. Dies ist durch den genannten Besetzungsgrad der Fahrzeuge zu argumentieren, da Musik vor allem bei Alleinfahrten gehört wird bzw. bei Mehrpersonenfahrten nur als „Hintergrundrauschen“ dient.

tes unter Berücksichtigung der Besonderheiten des Fahrzeugs. Zudem ergeben sich spezielle Anforderungen an die Hard- und Software im Fahrzeug. Ein Überblick der identifizierten Forschungsbereiche ist in Abbildung 1 zu sehen.

Den Forschungsschwerpunkt dieser Arbeit stellt die Betrachtung der Kunden- und Kontextseite im Fahrzeug dar (siehe blauer Bereich in Abbildung 1). Dazu werden auf der einen Seite die Besonderheiten der Situation des Fahrers und seine Aufgabe im Fahrzeug betrachtet, die Bedürfnisse des Fahrers in Bezug auf die Musikeinspielung im Fahrzeug untersucht und davon unabhängig die Wahrnehmung des Umfelds durch den Fahrer bewertet. Auf der anderen Seite werden die Besonderheiten des Fahrzeugs als Mobilitätsmittel betrachtet sowie die Möglichkeiten der Kontexterfassung im Fahrzeug und die Interpretation dieser Kontextfaktoren und deren Nutzung näher untersucht.

Die identifizierten Forschungsbereiche im Anwendungsgebiet der Hard- und Software, wie die Integration des Smartphones in das Fahrzeugsystem, die Nutzung der Smartphonedaten bzw. des Nutzerprofils im Rahmen der Automotive Services, die Sicherheits- und Zuverlässigkeitsaspekte der Software, die besonderen Anforderungen an die grafische Benutzeroberfläche¹⁵ der Dienste im Fahrzeug und die Anforderungen an unterbrechungsfreie Sensorik, werden in dieser Arbeit nur teilweise und sekundär betrachtet und sind deshalb in Abbildung 1 grau hinterlegt.

Die Erkenntnisse aus den beiden Teilbereichen Kunde und Kontext sollen zusammengeführt und iterativ in einen Prototypen, der die Musik kontextorientiert einspielt, implementiert und anschließend evaluiert werden.

1.2 Wissenschaftliche Vorgehensweise

Dem wissenschaftlichen Vorgehen und der Entwicklung der vorgestellten Prototypen dieser Arbeit liegt die *Design Science Research Methodology*¹⁶ (DSRM) zugrunde. Dieser Ansatz wird von Vertretern der amerikanischen Information-Systems-(IS)-Disziplin propagiert und hat in den letzten Jahren eine gewisse Resonanz erfahren [Frank 2012]. Der DSRM-Ansatz verbindet den konstruktions- bzw. gestaltungsorientierten Ansatz, der in der europäischen und vor allem auch deutschsprachigen Wirtschaftsinformatik (WI) eine lange Tradition hat [Österle et al. 2010, S. 665; Winter 2008, S. 470], mit der erklärungsorientierten wissenschaftlichen Methodik in der IS-

¹⁵ Die grafische Benutzeroberfläche (engl. Graphical User Interface, GUI) bezeichnet die Benutzerschnittstelle eines Computersystems (z.B. PC, Tablet, Smartphone) über grafische Symbole zur Steuerung des Systems durch Eingabegeräte oder Fingerbewegungen. Hier ist vorrangig die Eingabe über Fingerbewegungen bei Touchscreens gemeint.

¹⁶ Siehe u.a. [Gregor & Hevner 2013; Hevner et al. 2004; March & Storey 2008; Peffers et al. 2007; Winter 2008].

Disziplin. Im Englischen wird beim erklärungsorientierten Anteil vor allem von *rigor*¹⁷ gesprochen, der Design Science (DS) vom reinen Umsetzen eines IT-Artefakts in der Praxis unterscheidet [Hevner 2007, S. 90; Iivari 2007, S. 50f]. Dieser Ansatz befindet sich daher an der Schnittstelle zwischen Forschung und Praxis und berücksichtigt somit die Praxisrelevanz der Forschung ebenso wie die Forschungsrelevanz praktischer Probleme [Picot 2010, S. 662].

Als Design Science wird der Ansatz des Erstellens und Evaluierens von IT Artefakten zur Lösung von identifizierten Problemen in der Praxis bezeichnet. Die resultierenden Artefakte können Konstrukte, Modelle, Methoden und Instanziierungen sein. Konstrukte sind Sprachen und Symbole, die zur Problemlösung definiert und kommuniziert werden. Modelle sind Abstraktionen und Repräsentationen der Realwelt, um eine Problemstellung zu spezifizieren und abzubilden. Methoden beschreiben den Prozess, wie Probleme gelöst werden und Instanziierungen sind prototypische Systeme, die aufzeigen, dass Konstrukte, Modelle und Methoden im realen Umfeld umgesetzt werden können. Ein iterativer Prozess führt dazu, dass neben der fortlaufenden Konstruktion von Artefakten diese im Hinblick auf praktischen Nutzen, Qualität und Effizienz mittels fundierter Verfahren evaluiert werden. [Hevner et al. 2004, S. 77f]

Peppers et al. (2007) haben einen DSRM-Prozess für die IS-Disziplin entwickelt, der die Prinzipien, Praktiken und Verfahren enthält, die zur Durchführung dieser Forschung notwendig sind. Er orientiert sich an vorheriger Literatur und berücksichtigt die Evaluation und Präsentation von DS. Vor allem stellt er jedoch einen zeitlich geordneten Prozess dar, an dem sich Forscher bei ihrem Forschungsvorhaben orientieren können. Der Prozess besteht aus folgenden sechs Schritten: 1. Problemidentifikation und Motivation, 2. Definition von Zielen, 3. Konzeption und Entwicklung, 4. Anwendung bzw. Evaluation des Artefakts, 5. Artikulation des Mehrwerts und 6. Kommunikation. [Peppers et al. 2007, S. 46f] Dieser Prozess ist in Abbildung 2 auf der linken Seite – Prozess nach Peppers et al. (2007) – dargestellt.

Im ersten Schritt wird das zu lösende Forschungsproblem identifiziert und definiert, welches Grundlage für die Gestaltung des Artefakts ist. Weiterhin soll die Wichtigkeit der Behebung dieses Problems herausgestellt werden. Aufbauend auf der Problemidentifikation werden in Schritt 2 die Ziele des eigenen Forschungsvorhabens und der Mehrwert definiert. Hierbei wird herausgestellt, wie das eigene Artefakt zur Lösung des bisherigen Problems beiträgt. Schritt 3 beschreibt die Umsetzung des eigenen Artefakts, die sich in Konzeption und Entwicklung unterteilt. Die Konzeption beschreibt dabei den Funktionsumfang und die Architektur des Artefakts.

¹⁷ Hevner (2007) spricht hierbei vom Rigor Cycle über den zur Wissensbasis in dem Forschungsbereich beigetragen wird (siehe [Hevner 2007, S. 88], Abbildung 1).

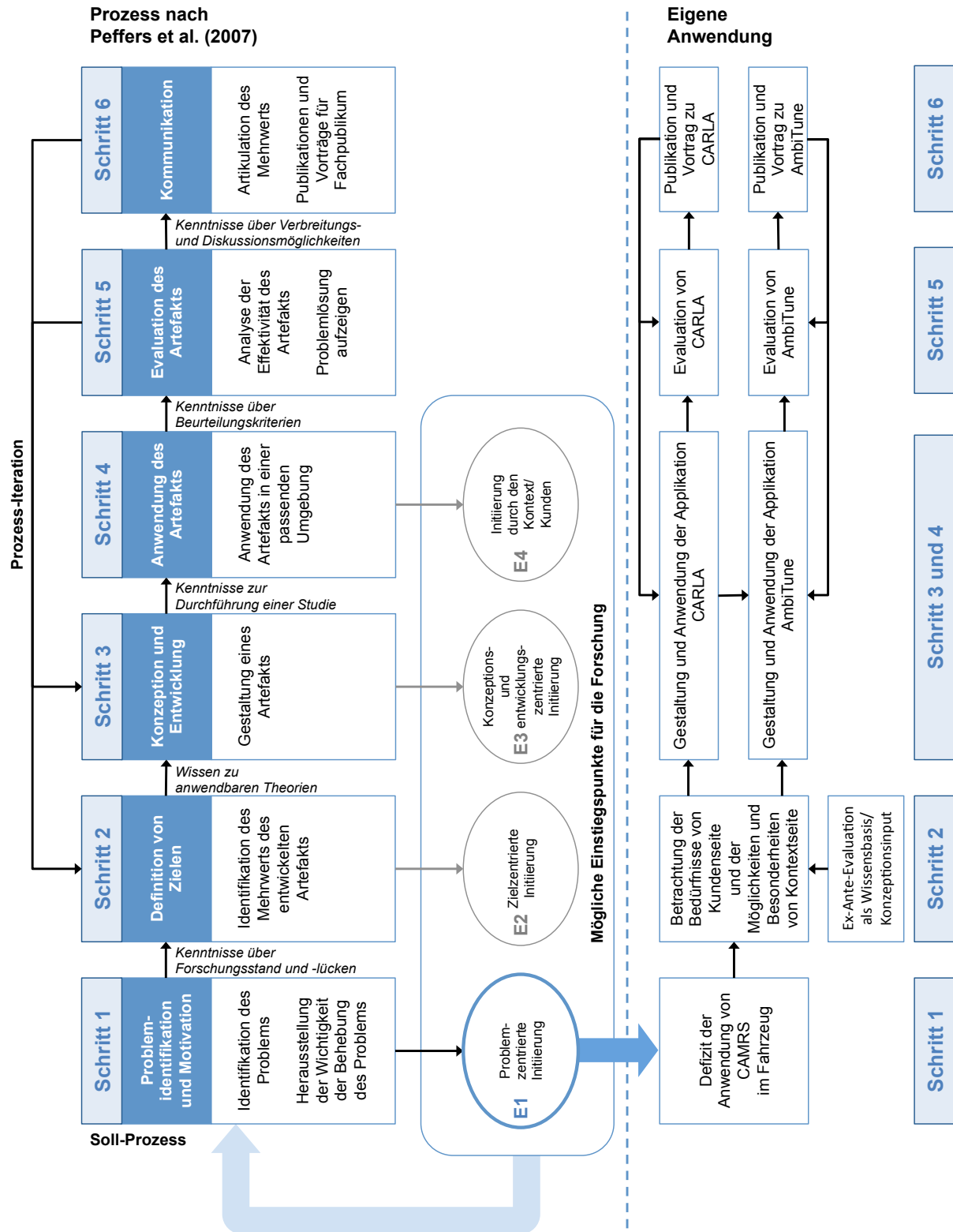


Abbildung 2: DSRM-Prozess nach Peffers und eigene Anwendung
(in Anlehnung an [Peffers et al. 2007, S. 54])

Ergeben sich bei der Evaluation des Artefakts oder der Kommunikation Verbesserungen oder Erweiterungen, so können diese eine Überarbeitung initiieren. Diese Prozess-Iteration kann bei einer neuen Definition von Zielen (Schritt 2) oder einer neuen Konzeption und Entwicklung des Artefakts (Schritt 3) ansetzen. Dies hat zu Folge, dass das Artefakt wiederum die Anwendung, Evaluation und Kommunikation durchläuft. Die Autoren geben zudem an, dass der Einstieg in den DSRM-Prozess nicht immer mit der Problemidentifikation erfolgen muss. [Peffers et al. 2007, S. 56ff]

Der Einstieg hängt stark von dem Anwendungsgebiet und dem Forschungsstand ab. Sie zeigen dies am Beispiel von vier unterschiedlichen Forschungsprojekten auf, welche jeweils einen der vier Einstiegspunkte veranschaulichen. Die unterschiedlichen Einstiegspunkte sind: die problemzentrierte Initiierung (E1), die zielzentrierte Initiierung (E2), die konzeptions- und entwicklungsorientierte Initiierung (E3) und die Initiierung durch den Kontext bzw. Kunden (E4). [Peffers et al. 2007, S. 56ff]

Die vorliegende Arbeit beginnt mit einer problemzentrierten Initiierung. Die eigene Anwendung des DSRM-Prozesses ist in Abbildung 2 auf der rechten Seite – Eigene Anwendung – dargestellt. Wie im vorherigen Kapitel beschrieben, soll, aufgrund des Defizits in der Erforschung des Fahrkontextes in Bezug auf angepasste Musikeinspielung, dieser erfasst und iterativ in eine Applikation integriert werden. Dazu werden sowohl Onlinestudien, als auch Fahrsimulatorstudien und Realfahrten durchgeführt. Die Entwicklung erfolgt in Form von zwei aufeinander aufbauenden Prototypen. Der erste Prototyp wird dabei nach erfolgter Evaluation, Kommunikation und Anpassung als Baustein der zweiten Applikation genutzt.

Vor der Prototypentwicklung erfolgen Ex-Ante-Evaluationen¹⁸ empirisch als erklärungsorientierter Anteil zum Aufbau einer Wissensbasis wie es DS erfordert. Diese Erkenntnisse aus der Überprüfung der Sinnhaftigkeit der kontextorientierten Anpassung der Musik im Fahrzeug sowie die Ergebnisse zur Relevanz von Kontextfaktoren dienen als Konzeptionsinput bei der iterativen Umsetzung des Prototypen.

1.3 Aufbau der Arbeit

Die vorliegende Arbeit gliedert sich in sieben Kapitel. Neben der Einleitung und dem Fazit besteht sie aus fünf Hauptkapiteln, die sich in die drei wesentlichen Abschnitte Grundlagen, Theorie & Empirie sowie Gestaltung & Evaluation einordnen lassen (siehe Abbildung 3).

¹⁸ Evaluationsmethode im Bereich der DSRM um Input vor der eigentlichen Konzeption und Entwicklung zu bekommen (siehe [Pries-Heje et al. 2008, S. 256f; Venable et al. 2012, S. 429f]).






Einordnung	Kapitel	Titel	Ziel
	1	Einleitung	<ul style="list-style-type: none"> • Aufzeigen der Relevanz des Themas und des Forschungsdefizits • Darstellung der Struktur, der wissenschaftlichen Vorgehensweise und des weiteren Aufbaus
		Motivation und Zielsetzung	
		Wissenschaftliche Vorgehensweise	
		Aufbau der Arbeit	
Grundlagen 	2	Mobilität	<ul style="list-style-type: none"> • Definition von Mobilität • Bedeutung physischer und informationaler Mobilität • Einführung in das Ubiquitous Computing und die Mobile Services
		Mobilitätsdefinition	
		Ubiquitous Computing	
		Mobile Services	
	3	Kontextorientierung	<ul style="list-style-type: none"> • Definition von Kontext im Allgemeinen und im Bereich Computer Science • Darstellung von Kontextfaktoren und der Möglichkeit der Bestimmung • Definition und Bedeutung von kontextorientierten Diensten und der Teilgruppe der ortsbezogenen Dienste
		Kontext	
Theorie  + Empirie 		Kontextfaktoren	
		Kontextverarbeitung	
		Kontextorientierte Dienste	
		Ortsbezogene Dienste	
	4	Musikwiedergabe im Fahrzeug	<ul style="list-style-type: none"> • Betrachtung des Infotainmentsystems und speziell der Musikwiedergabe im Fahrzeug • Besonderheiten des Hörverhaltens im Fahrzeug und Möglichkeiten der kontextorientierten Musikwiedergabe
		Technische Rahmenbedingungen zur Musikwiedergabe im Fahrzeug	
Gestaltung  + Evaluation 		Hörverhalten von Musik im Fahrzeug	
		Kontextorientierte Musikwiedergabe im Fahrzeug	
	5	Studien zur kontextorientierten Musikwiedergabe im Fahrzeug	<ul style="list-style-type: none"> • Darstellung des Vorgehens und der Ergebnisse von drei durchgeführten Studien zur Erhöhung der Fahrsicherheit, zur Berücksichtigung der Nutzerpräferenzen und zur Wahrnehmung des Umfelds im Fahrzeug
		Wirkung von Musik auf die Fahrleistung	
		Musikpräferenzen in bestimmten Fahrsituationen	
		Wahrnehmung des Umfelds durch den Fahrer	
	6	Prototypen zur Kontextorientierung im Fahrzeug	<ul style="list-style-type: none"> • Vorstellung des ersten entwickelten Prototyps CARLA zur Bestimmung des Informationshorizonts • Vorstellung des zweiten entwickelten Prototyps AmbiTune zur Anpassung der Musik an den Fahrkontext • Evaluation der Prototypen
		CARLA: Applikation zur Bestimmung des Informationshorizonts	
		AmbiTune: Applikation zur kontextorientierten Musikwiedergabe	
	7	Fazit	<ul style="list-style-type: none"> • Zusammenfassung der Ergebnisse • Darstellung der Implikationen für die Praxis und Forschung • Aufzeigen der Grenzen dieser Arbeit • Überblick über Ansatzpunkte weiterer Forschung
		Zusammenfassung	
		Implikationen für die Praxis	
		Implikationen für die Forschung	

Abbildung 3: Aufbau der Arbeit

Die Abbildung stellt den Aufbau der Arbeit nochmals schematisch dar, indem sie die Einordnung sowie die Unterteilung und das Ziel der einzelnen Kapitel aufzeigt.

Nach der Einleitung in die Thematik in diesem Kapitel werden in den Kapiteln 2 und 3 die Grundlagen der Arbeit erläutert. Hier werden wichtige Begriffe definiert und abgegrenzt, die für das Verständnis und die Herleitung von kontextorientierten Diensten relevant sind. Nachdem auf Mobilität als Basis eingegangen wird, erfolgt die Definition des Kontextes sowie die Darstellung von Kontextfaktoren und deren Verarbeitung, um schließlich kontextorientierte Dienste zu betrachten. Dabei wird nach einer Definition und Abgrenzung auf deren Entwicklung eingegangen und die bedeutende Unterklasse der ortsbezogenen Dienste herausgearbeitet.

Kapitel 4 befasst sich speziell mit der Musikwiedergabe im Fahrzeug. Hier wird nach einer Einführung in die Automotive Services und speziell des Infotainments im Fahrzeug auf die Besonderheiten der Autofahrt eingegangen und wie sich diese von anderer Mobilität abgrenzt. Anschließend wird das Musikhörverhalten dargestellt und die Besonderheiten des Hörverhaltens im Fahrzeug herausgearbeitet. Weiterhin werden die Möglichkeiten der Musikempfehlung aufgezeigt und die kontextorientierte Musikempfehlung erläutert. Abschließend wird eine Literaturanalyse zu kontextorientierten Musikempfehlungssystemen dargestellt und herausgearbeitet, welche Forschungen bisher im Bereich der kontextorientierten Musikempfehlung im Fahrzeug stattgefunden haben.

In Kapitel 5 werden drei eigene Studien zur kontextorientierten Musikeinspielung vorgestellt, die sich mit der Erhöhung der Fahrsicherheit, der Berücksichtigung der Nutzerpräferenzen und der Wahrnehmung des Umfelds befassen. Die erste Studie untersucht in einem Fahrsimulatorexperiment die Wirkung der Musikeinspielung auf das Fahrverhalten. In der zweiten Studie wird in einer Onlineumfrage die Bewertung von Musik und Fahrsituation sowie die Zuordnung von Musiktiteln zu bestimmten Fahrsituationen untersucht. Die dritte Studie befasst sich mit der Wahrnehmung des Fahrzeugumfelds durch den Fahrer und wird in Form einer Fahrtvideostudie sowie Realfahrten untersucht.

Kapitel 6 befasst sich mit der Gestaltung und Evaluation von zwei erstellten Prototypen, die auf Grundlage der Sekundärforschung und der eigenen Studien entstanden sind. In Kapitel 6.1 wird eine Applikation (CARLA) zur Bestimmung des vorausliegenden Streckenverlaufs im Fahrzeug bis zum Zielort vorgestellt. Die Applikation verwendet historische Fahrtdaten in Kombination mit Kontextdaten, um diesen sogenannten Informationshorizont zu bestimmen. Dieser dient als Grundlage für die zweite Applikation (AmbiTune), die in Kapitel 6.2 behandelt wird. Sie zeigt einen ersten Ansatz, wie die Musikeinspielung im Fahrzeug automatisch an den Fahrtkontext angepasst werden kann. Hierbei werden verschiedene Kontextinformationen und Musikmetadaten verwendet, um Musik fahrtkontextbezogen einzuspielen.

Im abschließenden Kapitel 7 wird ein Fazit gezogen, indem die Ergebnisse der Arbeit zusammengefasst sowie Implikationen für die Forschung und Praxis dargestellt werden. Zudem wird aufgezeigt, welche Möglichkeiten der Verbesserung der aktuelle Ansatz der kontextorientierten Musikwiedergabe im Fahrzeug für die Praxis bietet, wie die Applikation weiterentwickelt werden könnte und welche weiteren Forschungspotenziale sich ergeben.

2 Mobilität

In der heutigen Zeit wollen Menschen sowohl beruflich als auch privat zunehmend mobil sein. Dementsprechend gehört *Mobilität* zu den Schlüsselwörtern unserer Zeit [Schopf 2001, S. 4]. Viele Personen legen weite Strecken auf dem Weg zur Arbeit, auf Dienstreisen und in der Freizeit zurück. Bei diesen Strecken wird häufig der PKW verwendet [o.A. 2010, S. 1]. Während dieser Mobilitätsphasen möchten diese Personen oft für andere erreichbar bleiben oder andere erreichen; außerdem wollen sie die Reisezeit produktiv nutzen oder unterhalten werden. Vermehrt setzen sie dazu mobile Endgeräte wie Mobiltelefone, Notebooks oder Handhelds ein. Diese mobilen Geräte möchten sie während der Reise und am Zielort mit anderen mobilen Geräten und mit stationären Netzwerken verbinden. [Roth 2005, S. 1]

In diesem Kapitel soll die Mobilität an sich definiert werden und zudem auf das *Ubiquitous Computing* und *Mobile Services* als technische Disziplinen eingegangen werden.

2.1 Mobilitätsdefinition

Mobilität leitet sich vom lateinischen Begriff *mobilitas* ab, was unter anderem *Beweglichkeit* bedeutet [Droisdowski et al. 1996, S. 499]. Der Begriff wird in vielen unterschiedlichen Zusammenhängen gebraucht [Meier 2002, S. 47]. Allgemeingültig kann Mobilität als ein Gegenstandswechsel in einem System definiert werden [Mackensen et al. 1975, S. 8]. Meier (2002) definiert Mobilität in Anlehnung an Mackensen et al. (1975) wie folgt.

Mobilität ist der „Wechsel eines Gegenstandes zwischen den definierten Einheiten eines Systems“.
[Meier 2002, S. 47]

Als Gegenstand ist hierbei nicht zwingend ein materielles Objekt gemeint. Gegenstand einer Bewegung können auch Personen oder immaterielle Gegenstände (z.B. Informationen) sein [Meier 2002, S. 47]. Dadurch entstehen je nach betrachtetem Gegenstand und System unterschiedliche Mobilitätsbegriffe [Reichwald 2002, S. 7]. Grundsätzlich kann zwischen sozialer, physischer und informationaler Mobilität unterschieden werden [Meier 2002, S. 47].

In dieser Arbeit sollen nur die relevanten Begriffe der physischen und informationalen Mobilität betrachtet werden. Die physische Mobilität wird heutzutage eng mit dem Begriff *Verkehr* in Verbindung gebracht und fast Synonym verwendet. [Schopf 2001, S. 3f]

Die physische Mobilität ist somit die mögliche oder tatsächliche Ortsveränderung von Personen oder Objekten bezogen auf einen geographischen Raum innerhalb einer zeitlichen Periode [Zängler 2000, S. 20].

Die informationale Mobilität gewinnt zunehmend an Bedeutung und ergibt sich aus der physischen Mobilität von Personen und dem gestiegenen Informationsbedürfnis an jeglichen Orten. Analog zur physischen Mobilität beschreibt sie die mögliche oder tatsächliche Ortsveränderung von Informationen, bezogen auf einen geographischen Raum innerhalb einer zeitlichen Periode [Meier 2002, S. 47].

Abbildung 4 stellt die Klassifikation des Mobilitätsbegriffs in physische und informationale Mobilität dar. Dabei stellen Raum und Zeit das Mobilitätssystem dar, durch deren Ausprägungen die beiden Mobilitäten bestimmt werden. Bei der physischen Mobilität handelt es sich bei dem Mobilitätsgegenstand um Personen oder Objekte, die bewegt werden. Bei der informationalen Mobilität handelt es sich um Informationen, die materiell oder immateriell bewegt werden können. Immaterielle Informationen sind alle Informationen, die auf elektronischem Weg übertragen werden. Aus dem Mobilitätssystem und dem Mobilitätsgegenstand ergibt sich das Mobilitätspotenzial. Informationen verfügen generell über ein höheres Mobilitätspotenzial als Personen oder Objekte. Immaterielle Informationen haben zudem ein höheres Mobilitätspotenzial als materielle, da sie sich einfacher übertragen lassen. [Meier 2002, S. 48ff]

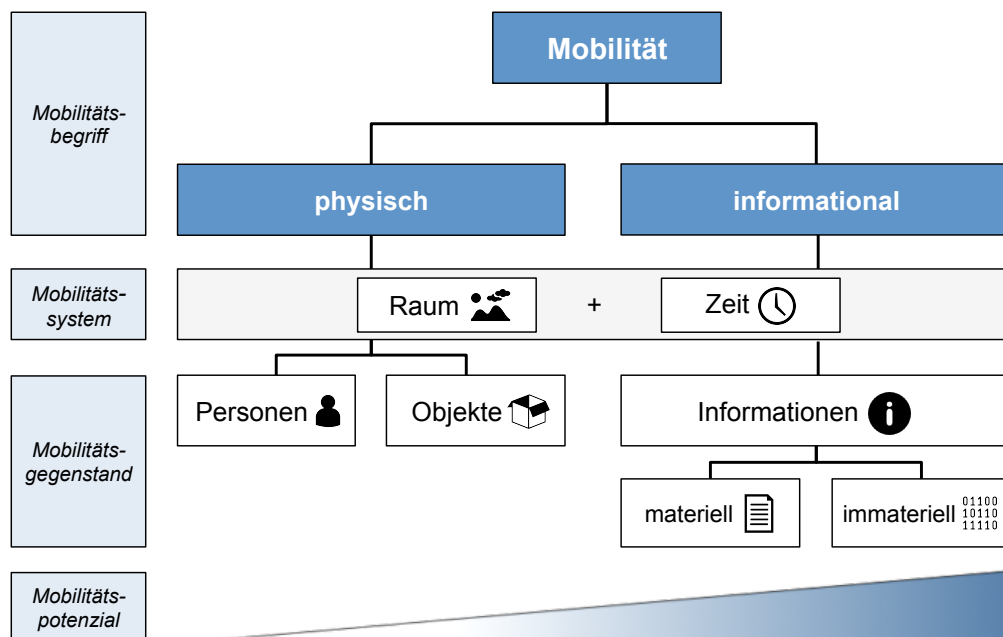


Abbildung 4: Klassifikation von physischer und informationaler Mobilität
(in Anlehnung an [Meier 2002, S. 48])

In Bezug auf die informationale Mobilität lässt sich auch immer die Kommunikation erwähnen. Kommunikation lässt sich als Verständigung mit Hilfe der Übertragung von Informationen beschreiben [Picot et al. 2003, S. 64]. Informationale Mobilität ist demnach immer Teil und Voraussetzung von Kommunikation [Meier 2002, S. 52]. Der Einsatz mobiler Endgeräte, wie Smartphones, unterstützt die physische und informationale Mobilität, indem diese Geräte Rechenleistung und Sensoren für personalisierte Anwendungen bereitstellen und die Kommunikation ermöglichen [Schmidt 2010, S. 95f]. Komplexe Informationsdienste werden mit Hilfe von ortsflexiblen Informations- und Kommunikationstechnologien über räumliche Distanzen zu jeder Zeit ermöglicht [Reichwald 2002, S. 7]. Auch der PKW, welcher vorrangig die physische Mobilität ermöglicht, wird zunehmend als technische Plattform genutzt, um informationale Mobilität in Form von Infotainment (siehe Kapitel 4.1.2) zu ermöglichen.

2.2 Ubiquitous Computing

Fast alle Computer der Welt sind heutzutage über das Internet verbunden. Die zusätzliche Vernetzung aller übrigen technischen Gegenstände beschreibt den Ansatz des Ubiquitous Computing. [Mattern 2003, S. 1] Es stellt nach dem Mainframe Computing und dem Personal Computing die dritte Ära des modernen Computings dar [Krumm 2009, S. 2].

Der Begriff des Ubiquitous Computing (kurz: UbiComp) wurde 1991 von Mark Weiser in seinem Artikel *“The Computer for the 21st Century”* geprägt [Weiser 1991]. Der deutsche Begriff *ubiquitär* stammt vom lateinischen Wort *ubique* und heißt soviel wie *allgegenwärtig* bzw. *überall verbreitet* [Droisdowski et al. 1996, S. 764]. Neben dem Begriff des Ubiquitous Computing wird auch häufig der Begriff des Pervasive Computing [Ark & Selker 1999; Ferscha 2003] verwendet. Weitere synonyme Begriffe sind Normadic Computing [Kleinrock 1997], Everyday Computing [Abowd & Mynatt 2000] und Mobile Computing [Roth 2005].

Ubiquitous Computing beschreibt die Möglichkeit des Computings an unterschiedlichen Orten. Es können demnach Computer bzw. computerähnliche Geräte an allen Orten sinnvoll eingesetzt werden. Wie bereits erwähnt, spielt dabei die Mobilität eine sehr wichtige Rolle. *„In this model computation does not occur at a single location in a single context, as in desktop computing, but rather spans a multitude of situations and locations [...]“* [Schilit et al. 1994, S. 85].

In der Beschreibung von Weiser (1991) steht der Computer in Interaktion mit dem Menschen. Computersysteme sind nicht nur als physische Objekte zu betrachten, sondern zusätzlich als unsichtbare Struktur anzusehen, die den Menschen im täglichen Leben überall begleitet. Zum Beispiel nimmt ein mobiler Nutzer Dienste einer mobilen Anwendung in Anspruch ohne zu er-

fahren, welche kombinierten Systeme dahinter stecken. Der komplexe Aufbau der Dienste bleibt dem Nutzer verborgen. [Weiser 1993, S. 71]

“Ubiquitous computing has as its goal the nonintrusive availability of computers throughout the physical environment, virtually, if not effectively, invisible to the user.” [Weiser 1993, S. 71]

Während der Begriff *Ubiquitous Computing* nach Weiser eher in akademisch-idealistischer Weise als eine unaufdringliche, humanzentrierte Technikvision zu verstehen ist, die sich erst in der weiteren Zukunft realisieren lässt, hat die Industrie dafür eher den Begriff des *Pervasive Computing* adaptiert. [Mattern 2003, S. 4] Der Begriff des Pervasive Computing wurde in den 1990er Jahren vor allem von IBM geprägt [Krumm 2009, S. 11]. Beide Begriffe vereint jedoch das Ziel der Unterstützung des Menschen und die kontinuierliche Optimierung von wirtschaftlichen und sozialen Prozessen durch Mikroprozessoren und Sensoren, die in das Umfeld eines Nutzers integriert werden [Friedewald & Raabe 2011, S. 56].

Ubiquitous Computing kann zukünftig alle Lebensbereiche durchdringen. Es verspricht, Komfort im privaten Haushalt zu erhöhen oder die Energieeffizienz zu verbessern. Adaptive, persönliche Assistenzsysteme können die Arbeitsproduktivität im Büro erhöhen und im medizinischen Bereich helfen implantierbare Sensoren und Mikrocomputer, die Gesundheit des Benutzers zu überwachen. [Aarts & Encarnação 2006, S. 11ff]

Im Automotive-Bereich spricht man vom *Automotive Ubiquitous* bzw. *Pervasive Computing* [Schmidt et al. 2011, S. 12].

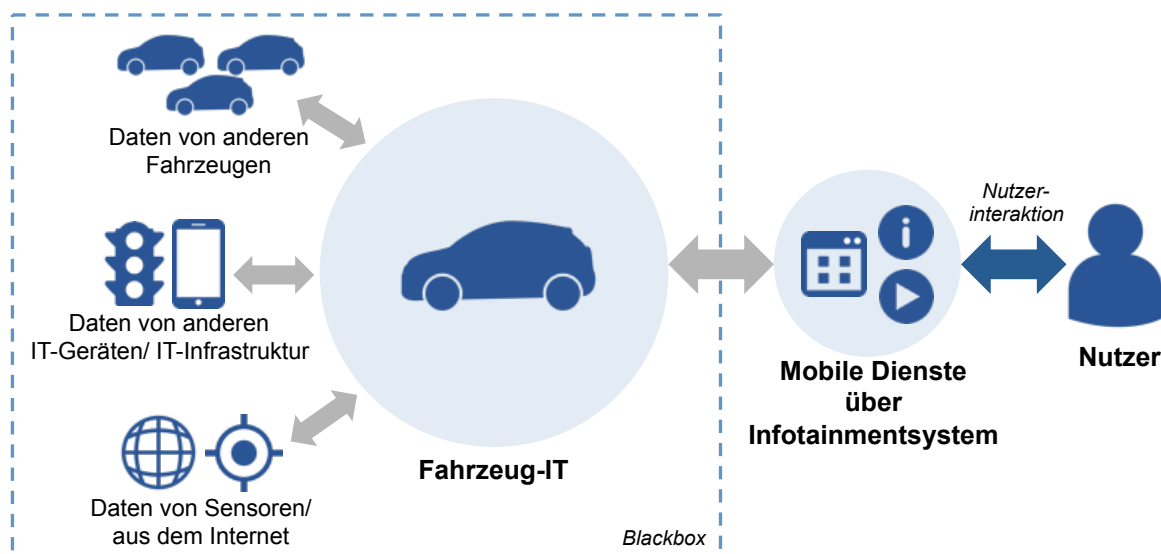


Abbildung 5: Automotive Ubiquitous Computing
(in Anlehnung an [Herrtwich 2002, S. 15; Schaub et al. 2013, S. 803])

Hier steht neben der Kommunikation zwischen den einzelnen Fahrzeugen sowie Fahrzeugen und der IT-Infrastruktur vor allem die Kommunikation und der Datenaustausch mit den Insassen im Fokus. Dabei zeigt sich der Wandel von drahtlosen mobilen Systemen zu ubiquitären Systemen, die intelligente Fahrzeuge ermöglichen, welche die Bedürfnisse der Insassen erkennen und darauf reagieren. [Herrtwich 2002, S. 15; Schaub et al. 2013, S. 803]

Die notwendige Interaktion des Nutzers mit der Fahrzeug-IT erfolgt über das Infotainmentsystem des Fahrzeugs. Die komplexe Struktur der Fahrzeug-IT bleibt dem Nutzer dabei verborgen. Das Fahrzeug selbst oder auch angebundene Geräte ermöglichen eine Verbindung mit dem Internet wodurch weitere Datenquellen und mobile Dienste zur Verfügung stehen (siehe Abbildung 5).

Hierdurch kann der Nutzer über das Infotainmentsystem beispielsweise aktuelle Staumeldungen für die Fahrtstrecke einsehen, ein Hotel finden und buchen oder aber seine Playlist von verschiedenen Musikstreamingdiensten einspielen.

2.3 Mobile Services

2.3.1 Definition

Der Ansatz des Ubiquitous Computing und die zunehmende Verbreitung von mobilen Endgeräten, wie Smartphones und Tablets, haben dazu geführt, dass sich neue Dienste entwickelt haben, die an jedem Ort zu jeder Zeit genutzt werden können, wenn der Nutzer das Bedürfnis danach hat [Heinonen & Pura 2006, S. 43; Siau et al. 2001, S. 4].

Diese mobilen Dienste werden als *Mobile Services*¹⁹ (M-Services) bezeichnet. Sie werden speziell für mobile Endgeräte entwickelt oder angepasst und verwenden drahtlose Netzwerke zur Kommunikation und zum Datenaustausch [Wang et al. 2006, S. 157f]. Mobile Dienste werden häufig entwickelt, um einen alternativen Zugang zu bestimmten Diensten und Informationen zu ermöglichen, der orts- und zeitunabhängig ist [Gao & Krogstie 2010, S. 423]. Reichwald (2002) definiert Mobile Services wie folgt als Dienstleistung.

Mobile Services "sind Angebote von Potenzialen in Form von Leistungsfähigkeiten, bei denen über ortsflexible, datenbasierte und interaktive Informations- und Kommunikationstechnologien ein externer Faktor (Kunde oder Objekt des Kunden) integriert wird und an ihm gewollte Veränderungen durchgeführt werden. Menschliche Leistungsfähigkeiten werden dabei weitgehend durch elektronische ersetzt." [Reichwald 2002, S. 25]

¹⁹ Im deutschsprachigen Raum häufig als Mobile Dienste oder mobile Dienstleistungen bezeichnet. In dieser Arbeit werden folgend die Begriffe *Service* und *Dienst* synonym verwendet.

Bei der Verwendung von mobilen Diensten findet ein Informationsaustausch zwischen dem Dienst und dem Nutzer statt (siehe Abbildung 6). Während der Nutzung des Dienstes und durch Eingaben des Nutzers entstehen Informationen über den Nutzungskontext. Diese können zukünftig für die situationsabhängige Anpassung der Dienste verwendet werden. [Amberg & Wehrmann 2003, S. 35]

Mobile Services sollten demnach nicht den inhaltlichen Umfang der stationären Webseiten wiedergeben, sondern vielmehr Informationen an die Gegebenheiten und Bedürfnisse mobiler Nutzer anpassen, um dem Anwender lediglich relevante Informationen anzuzeigen und dadurch einen Mehrwert zu generieren. [Angerer 2010, S. 48]

Im Fahrzeug können die Informations- und Unterhaltungsangebote demnach anhand der aktuellen Fahrtstrecke und Fahrsituation gefiltert und angepasst werden. Eine besondere Anpassung der Darstellung und Bedienung ist zudem aufgrund der primären Fahrtätigkeit gefordert.

2.3.2 Spezifika von Mobile Services

Mobile Services lassen sich zudem anhand ihrer Merkmale von klassischen Onlinediensten abgrenzen. Eine Literaturanalyse von Reichwald (2002) zeigte, dass es sich hierbei um acht Merkmale handelt, die sich in die zwei Gruppen *Internetspezifika* und *Mobilitätsspezifika* einteilen lassen. [Reichwald 2002, S. 9]

Abbildung 6 stellt den Informationsaustausch zwischen dem User und dem Mobile Service dar und zeigt zudem die Spezifika der Mobile Services auf.

Zu den Internetspezifika der Mobile Services zählen die *Digitalisierbarkeit*, *Zeitflexibilität*, *Interaktivität/Vernetzung/Integrativität* und die *Individualisierung*.

Die *Digitalisierbarkeit* besagt hierbei, dass die nutzenstiftenden Komponenten des Dienstes digitalisierbar sind, d.h. in elektronischer Form hergestellt, gespeichert und transportiert werden. Dies führt zu weiteren Spezifika von Mobile Services, wie der *Zeitflexibilität*. Anbieter von Mobile Services sind, wie auch Anbieter von anderen Onlinediensten, in der Lage, ihre Leistungsbereitschaft rund um die Uhr aufrecht zu erhalten. Der Nutzer kann den Dienst somit zu jeder Zeit in Anspruch nehmen. Durch die elektronische Verbindung über das Internet zwischen den Marktpartnern sind diese in der Lage, *interaktiv* miteinander zu kommunizieren und sich auszutauschen. Man spricht hierbei von einer *Vernetzung* der Partner. Mobile Services ermöglichen die *Integration* des Kunden unternehmensintern auf den gesamten Wertschöpfungsprozess auszudehnen und den Kunden in jeder Situation, an jedem Ort und zu jeder Zeit zu integrieren. Sie bieten weiterhin weitreichende *Individualisierungsmöglichkeiten*, die von der Angabe von

individuellen Wünschen über mobile Konfiguratoren bis hin zur automatischen Identifizierung bestimmter Nutzer bzw. deren Endgeräte gehen. [Reichwald 2002, S. 9f]

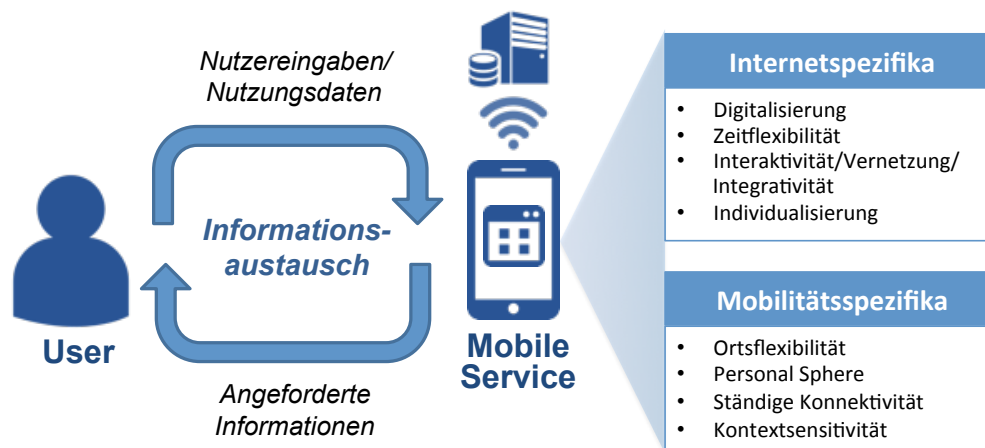


Abbildung 6: Spezifika von Mobile Services
(in Anlehnung an [Reichwald 2002, S. 7ff])

Die Mobilitätsspezifika sind die *Ortsflexibilität*, *Personal Sphere*, *ständige Konnektivität* und *Kontextsensitivität*.

Mobile Services sind durch die Nutzung mobiler Endgeräte und mobiler Datenübertragung vollkommen ortsflexibel. Im realen Anwendungsfall hängt das tatsächliche Ausmaß der *Ortsflexibilität* jedoch von technologischen Rahmenbedingungen, wie der Netzabdeckung, ab. Ein mobiles Endgerät ist fast ausschließlich ein persönliches Multimediagerät eines speziellen Nutzers, welches er meistens bei sich führt. Es gehört somit, wie der Geldbeutel oder das Cockpit des eigenen Fahrzeugs, zur *Personal Sphere*²⁰ des Nutzers. Die *ständige Konnektivität* des mobilen Endgeräts zum Internet führt dazu, dass der Nutzer ständig erreichbar ist und ohne Zeitverzögerung mit Informationen versorgt werden kann. Diese Informationsversorgung kann zudem durch Informationen aus dem Umfeld des Nutzers angereichert werden. Man bezeichnet diese selbständige Erfassung und Auswertung von Umfeldinformationen des Nutzers als *Kontextsensitivität*. [Reichwald 2002, S. 10ff]

Alternativ wird zu dem Begriff Kontextsensitivität häufig auch der Begriff *Kontextorientierung* verwendet. Dies soll auch der zugrunde liegende Begriff dieser Arbeit sein.

²⁰ Für eine weiterführende Definition des Begriffs, siehe [Sommer 1969, S. 26]

Die Ergebnisse von zwei explorativen Studien von Gao & Krogstie (2010) zeigen, dass der Kontext eine zentrale Bedeutung bei der Adaption von Mobile Services hat [Gao & Krogstie 2010, S. 424ff]. Kontextorientierte Mobile Services werden demnach immer bedeutender, was sich auch an dem steigenden Interesse in der Praxis und Forschung zeigt [de Reuver & Haaker 2009, S. 243].

Kontextorientierung bei mobilen Anwendungen stellt einen Schwerpunkt dieser Arbeit dar. Daher wird im folgenden Kapitel 3 näher auf den Begriff der Kontextorientierung eingegangen.

3 Kontextorientierung

In diesem Kapitel soll auf die Bedeutung des Kontextes im Bereich mobiler Applikationen eingegangen werden. Dazu werden zunächst der Begriff des Kontextes und die chronologische Entwicklung dieses Begriffs erläutert. Darauf aufbauend wird dargestellt, welche Kontextfaktoren bei mobilen Diensten eine Relevanz haben und wie die Kontextfaktoren bestimmt werden können, um entsprechende Dienste anzupassen.

3.1 Kontext

3.1.1 Basisdefinition und Einordnung

Der Begriff des Kontextes lässt sich nur schwer fassen und definieren. Zudem ist der Begriff formlos in unseren alltäglichen Sprachgebrauch übergegangen [Chalmers 2011a, S. 67]. Es gibt zwar viele Personen, die die Bedeutung des Kontextes kennen, den Begriff aber nicht erklären können. Daher gibt es viele Ansätze zur Definition des Kontextes [Dey 2001, S. 5], die sich durch eine breite Verwendung des Begriffs in vielen Disziplinen ergeben haben. Dementsprechend ist es schwierig, eine entsprechende Definition zu finden, die für jede Disziplin befriedigend ist [Bazire & Brézillon 2005, S. 29]. Die Mehrheit der Definitionen beruht auf Synonymen oder auf der Definition über Beispiele [Zimmermann et al. 2007, S. 559].

Prinzipiell ist der Kontext alles, was eine Umgebung um ein Individuum als Ganzes charakterisiert. Der Duden schreibt dazu, dass der Begriff *Kontext* vom lateinischen Wort *contextus* abgeleitet wurde und in etwa als *Zusammenhang* oder *Inhalt* beschrieben wird [Droisdowski et al. 1996, S. 426].

Bazire und Brézillon (2005) führen in ihrer Ausarbeitung *“Understanding Context Before Using It”* die Probleme des Verständnisses dieses Begriffs auf und versuchen, die wichtigsten Komponenten des Kontextes herauszuarbeiten. Dazu untersuchen sie 150 Definitionen mit Hilfe des Verfahrens Latent Semantic Analysis (LSA) [Landauer et al. 1998; Landauer & Dumais 1997] und der Software *STONE* [Poitrenaud 2003], die hauptsächlich aus dem Internet kommen und verschiedene Disziplinen abdecken. Insgesamt kann festgehalten werden, dass es diverse Ansätze der Definition von Kontext gibt und dass die Definition von dem Wissensgebiet abhängt, in dem der Begriff genutzt wird [Bazire & Brézillon 2005, S. 29ff].

Nach dieser ersten Umschreibung des Begriffs und der Feststellung, dass die Definition von dem Wissensgebiet abhängt, soll nun die Definition im Bereich des Computer Science untersucht werden.

3.1.2 Definition im Bereich Computer Science

Kontext ist ein zentrales Thema in der Interaktion zwischen Mensch und Computer. Er beschreibt die Umgebungsfaktoren, die eine Gesamtbedeutung erzeugen [Schmidt et al. 1998, S. 893].

Sobald im Bereich *Computer Science* vom Kontext gesprochen wird, fällt ebenfalls der Begriff des *Context-aware Computing* (siehe Kapitel 3.4). Für diese Art des Computing ist der Faktor *Mobilität* eines Nutzers von entscheidender Bedeutung. Im Gegensatz dazu gibt es das stationäre Computing. Dabei ändert sich die (Umgebungs-)Situation nicht so häufig. Daher sind beim Context-aware Computing verschiedene Umgebungsfaktoren zu beachten [Schilit et al. 1994, S. 85]. Der Oberbegriff des Context-aware Computing ist das Ubiquitous Computing (siehe Kapitel 2.2).

Die erste Erwähnung des Begriffes *Kontext* im Bereich *Computer Science* stammt von Schilit et al. (1994). Die Autoren umschreiben den Begriff, indem sie die drei wichtigsten Aspekte benennen. Diese Aspekte des Kontextes eines Nutzers sind der Ort, andere Personen und Objekte oder Ressourcen im Umfeld [Schilit et al. 1994, S. 85]. Der Ort kennzeichnet dabei die aktuelle geografische Position des Nutzers. Mit Personen sind die Menschen gemeint, die sich im direkten Umfeld des Nutzers aufhalten und mit denen er interagiert. Objekte oder Ressourcen bezeichnen Gegenstände im Umfeld des Nutzers, mit denen er interagieren kann. Die Autoren benennen dabei ebenfalls spezifische Faktoren für den Begriff des Kontextes, wie z.B. die Ausleuchtung oder den Lärmpegel [Schilit et al. 1994, S. 85; Schilit & Theimer 1994, S. 23].

Brown et al. (1997) beschreiben den Kontext anlehnend an Schilit et al. (1994). Zentrale Bedeutung hat bei ihnen der Ort, an dem sich der Nutzer befindet. Weiterhin fließen Faktoren, wie z.B. die Tageszeit, Jahreszeit oder die Temperatur mit ein [Brown et al. 1997, S. 58]. Nach Ryan et al. (1997) setzt sich der Kontext aus der Identität des Nutzers²¹ selbst, dem Ort, der Umgebung und der aktuellen Uhrzeit zusammen [Ryan et al. 1997, S. 269]. Hull et al. (1997) erweitern den Begriff um das gesamte Umfeld des Nutzers und definieren den Kontext als Teil der aktuellen Situation²². Dabei wird als gesamtes Umfeld die physische Umgebung des Nutzers bezeichnet.

²¹ Sie bezeichnen als Identität des Nutzers sämtliche Informationen über den Nutzer, die zur Verfügung stehen.

²² Sie sprechen im Zusammenhang mit der Anwendung des Kontextes von *Situated Computing*.

[Hull et al. 1997, S. 146] Schmidt et al. definieren Kontext anlehnend an Hull et al. (1997) als eine Situation und eine Umgebung, in der sich ein Nutzer oder Gerät befindet und die durch einen eindeutigen Namen identifiziert wird [Schmidt et al. 1998, S. 895]. Pascoe et al. (1998) beschreiben den Kontext sehr unpräzise als eine Teilmenge von physischen und gedanklichen Zuständen, die für eine bestimmte Entität von Bedeutung ist. Eine Entität kann dabei eine Person oder auch ein Objekt sein [Pascoe 1998, S. 98]. Dey et al. (1998) bezeichnen den physischen, sozialen, emotionalen und informationsbezogenen Zustand des Nutzers als Kontext [Dey et al. 1998, S. 48].

Die am häufigsten zitierte Definition zu dem Thema liefern Dey und Abowd (1999) mit ihrer Veröffentlichung *“Towards a Better Understanding of Context and Context-Awareness”*. Die Definition der Autoren lehnt sich an die Definition von Schilit et al. (1994), Pascoe (1998) und Dey et al. (1998) an. Für sie ist Kontext jede Information, die genutzt werden kann, um eine Situation von einer Entität zu beschreiben.

Nach Dey und Abowd (1999) sind der Ort, die Identität, die Zeit und die Tätigkeit die primären Kontexttypen, da sie die Fragen: *Was?*, *Wann?*, *Wer?* und *Wo?* beantworten. Aus diesen lassen sich dann weitere Informationen, der sekundäre Kontext, herausfiltern. So kann z.B. mit den primären Kontextinformationen über die Zeit und den Ort der sekundäre Kontext das Wetter ermittelt werden. Als Synonym für den Kontext geben die Autoren das Wort *Umwelt* an [Dey & Abowd 1999, S. 306ff]. Diese Definition wird nochmals in den folgenden drei Veröffentlichungen von Dey aus dem Jahr 2000 und 2001 und Abowd et al. aus dem Jahr 2002 bekräftigt [Abowd et al. 2002, S. 52; Dey 2000, S. 79, 2001, S. 5].

Chalmers und Sloman (1999) argumentieren, dass die Eigenschaften des Geräts, wie Bildschirmgröße und Geräteart, zusätzlich den Kontext bestimmen [Chalmers & Sloman 1999, S. 380].

Chen und Kotz (2000) beschränken Kontext auf die Menge von Umgebungszuständen und -faktoren, die entweder das Verhalten einer Anwendung bestimmen oder durch die ein Anwendungsereignis ausgelöst wird, welches für den Nutzer relevant ist [Chen & Kotz 2000, S. 3].

Jang und Woo (2003) erweitern den Ansatz von Dey und Abowd (1999), dass die Darstellung des Kontextes in einer speziellen Situation durch die Beantwortung der Fragen erreicht werden kann. Sie sagen, dass dazu folgende Fragen beantwortet werden müssen: *Wer?*, *Was?*, *Wo?*, *Wann?*, *Warum?* und *Wie?* [Jang & Woo 2003, S. 179].

Dourish (2004) definiert Kontext als eine Art von Information, die anhand von Kontextparametern, die in einer Anwendung eine Rolle spielen, beschrieben wird. Die Auswahl der Kontextpa-

parameter bzw. Kontextkategorien kann in mehreren Anwendungen verschieden sein, jedoch bleibt sie innerhalb einer Anwendung für jeden Kontext gleich. Als wichtigster Aspekt wird die Unterscheidung von Kontext und Aktivität angeführt, wobei der Kontext Eigenschaften des Umfelds beschreibt, in dem die Tätigkeit bzw. Aktivität des Nutzers stattfindet. Er klassifiziert Kontext zudem zum Einen als beschreibende Elemente und zum Anderen als wechselwirkende Elemente. In der beschreibenden Rolle ist Kontext als eine für alle Situationen feststehende Menge von beobachtbaren Informationen definiert, die unabhängig von der Aktivität oder dem Ereignis sind. In seiner wechselwirkenden Rolle entsteht kontextuelle Information auch durch die Interaktion der Entitäten. Diese Art von Kontext ist dynamisch, nicht beobachtbar und abhängig von der Aktivität oder dem Ereignis, mit dem interagiert wird [Dourish 2004, S. 21ff].

Zimmermann et al. (2007) greifen die Gedanken von Schilit et al. (1994) und Dey (2001) auf. Da die Autoren in ihrem Paper auf die Anwendung des Kontextes in der Praxis eingehen, wird angemerkt, dass diese Art, die Definition zu gestalten, nicht ausreicht. Es kann nicht auf alle Aspekte eingegangen werden, die nötig wären, um den Kontext zu definieren. Deswegen haben Zimmermann et al. einen anderen Ansatz gewählt. Sie wollen, dass die Anwender der Software verstehen, worum es sich bei dem Kontext handelt und nicht nur die Entwickler. Dazu unterteilen sie ihre Definition in drei Segmente. Zunächst geben sie eine allgemeine Beschreibung an. Danach folgt eine formale Beschreibung zum Vorkommen des Kontextes. Den Schluss bildet eine Arbeitsdefinition, die den Nutzen und das dynamische Verhalten des Kontextes beschreibt. Die Autoren greifen die Definition von Dey (2001) auf und sind der Meinung, dass Informationen über den Kontext in fünf Kategorien einzuteilen sind. Die Einordnung erfolgt in Individualität, Tätigkeit, Standort, Zeit und Beziehungen [Zimmermann et al. 2007, S. 559]. Dabei bestimmt die Tätigkeit die Relevanz der Kontextelemente in bestimmten Situationen. Der Standort und die Zeit haben z.B. Einfluss auf den Aufbau von Beziehungen zwischen Entitäten und erlauben den Austausch von Kontextinformationen zwischen diesen. Der Kontext ist daher immer um ein Informationsobjekt aufgebaut [Zimmermann et al. 2007, S. 558f].

Chalmers (2011) definiert Kontext allgemein als die Umstände, die relevant sind für die Interaktion zwischen Nutzer und technischer Ausstattung [Chalmers 2011a, S. 69].

Neben den genannten Publikationen gibt es weitere Ausführungen, die eine komplexe Beschreibung oder eine Definition in Form von Beispielen liefern. Diese werden in der vorliegenden Arbeit für die Begriffsdefinition nicht weiter betrachtet. Die Tabelle 1 fasst die wichtigsten Definitionen chronologisch geordnet zusammen.

Tabelle 1: Ausgewählte Definitionen des Begriffs Kontext im Bereich Computer Science

Quelle	Definition von Kontext
[Schilit et al. 1994, S. 85]	<i>„Three important aspects of context are: where you are, who you are with, and what resources are nearby. Context encompasses more than just the user's location, because other things of interest are also mobile and changing. Context includes lighting, noise level, network connectivity, communication costs, communication bandwidth and even the social situation, e.g., whether you are with your manager or with a co-worker.“</i>
[Schmidt et al. 1998, S. 895]	<i>“A context describes a situation and the environment a device or user is in. A context is identified by a unique name. For each context a set of features is relevant. For each relevant feature a range of values is determined (implicit or explicit) by the context.”</i>
[Dey & Abowd 1999, S. 306f]	<i>„Context is any information that can be used to characterize the situation of an entity. An entity is a person, place, or object that is considered relevant to the interaction between a user and an application, including the user and applications themselves.“</i>
[Chen & Kotz 2000, S. 3]	<i>„Context is the set of environmental states and settings that either determines an application's behavior or in which an application event occurs and is interesting to the user.“</i>
[Zimmermann et al. 2007, S. 559]	<i>“Context is any information that can be used to characterize the situation of an entity. Elements for the description of this context information fall into five categories: individuality, activity, location, time, and relations. The activity predominantly determines the relevancy of context elements in specific situations, and the location and time primarily drive the creation of relations between entities and enable the exchange of context information among entities.”</i>
[Chalmers 2011a, S. 69]	<i>“Context is the circumstances relevant to the interaction between a user and their computing environment.”</i>

Wie bereits zu Beginn des Kapitels erwähnt, zeigt sich, dass eine einheitliche Definition von Kontext nicht existiert. Selbst im Bereich des Computer Science zeigen sich unterschiedliche Definitionsansätze und -angaben. Als grundlegende Definition dieser Arbeit soll die abstrakte Definition von Dey & Abowd (1999) dienen.

Kontext ist jede Information, die genutzt werden kann, um die Situation einer Entität zu beschreiben. (in Anlehnung an [Dey & Abowd 1999, S. 306f])

Die *Situation* ist dabei ein Zustand einer Person in der realen Welt und der Kontext die computerbasierte Repräsentation der Situation in Bits und Bytes [Göker et al. 2009, S. 132f]. Abbildung 7 stellt die Abgrenzung zwischen Situation und Kontext dar. Sie zeigt auf, dass aus

einer Situation der Kontext durch die Erfassung und Transformation gewonnen wird und sich aus Kontextfaktoren und -informationen zusammensetzt. Diese Kontextfaktoren und -informationen beschreiben diese Situation. Das folgende Kapitel geht vertiefend auf die Kontextfaktoren und den Verarbeitungsprozess ein.

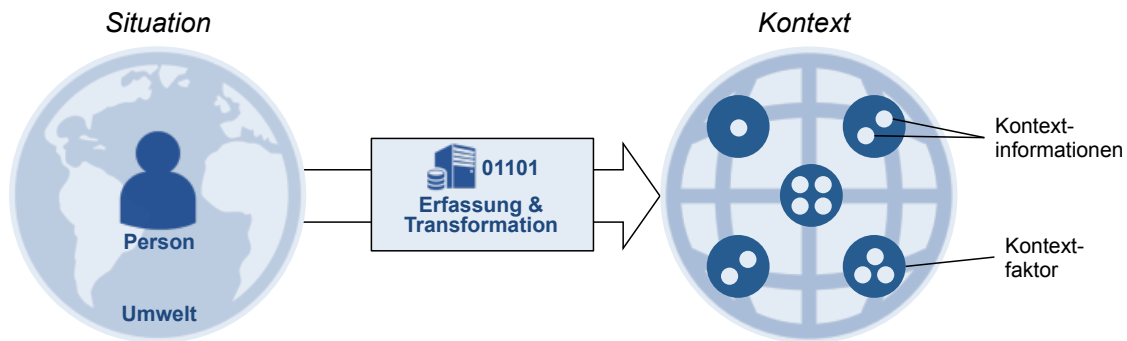


Abbildung 7: Abgrenzung von Situation und Kontext

In Bezug auf die Situation im Fahrzeug ist mit der Person häufig der Fahrer gemeint und die Umwelt ist durch sein Fahrzeug und das weitere Umfeld außerhalb des Fahrzeugs in seiner Umgebung bestimmt. Eine Erfassung und Transformation der Situation als Kontext ist hier besonders schwierig und zeitkritisch, da der Nutzer sehr mobil ist. Die Aktualisierung des Kontextes ist daher häufiger notwendig.

3.2 Kontextfaktoren

In diesem Abschnitt werden die relevanten Faktoren des Kontexts herausgearbeitet. Kontextfaktoren werden auch als Kontexttypen [Debes 2009, S. 34] oder Kontextkategorien [Dey & Abowd 1999, S. 306; Zimmermann et al. 2007, S. 559] bezeichnet. Diese Arbeit verwendet nachfolgend den Begriff *Kontextfaktor*.

Kontextfaktoren beschreiben den Kontext und können sich wiederum aus Subkontextfaktoren zusammensetzen. Letztendlich wird jeder Kontextfaktor oder Subfaktor durch Kontextinformationen charakterisiert. Ein Kontextfaktor kann dabei durch mehrere Kontextinformationen beschrieben werden. [Debes 2009, S. 34] Debes (2009) definiert Kontexttyp bzw -faktor wie folgt.

Als Kontextfaktor „wird ein charakteristischer Bestandteil eines Kontextes bezeichnet, der durch seinen Informationsgehalt zur Beschreibung dieses Kontextes beiträgt. Ein Kontexttyp kann dabei in weitere untergeordnete Kontexttypen gegliedert sein, die dann die komplette Information beinhalten.“ [Debes 2009, S. 34]

Jeder Kontextfaktor hat seine individuellen Eigenschaften. Zusätzlich wirkt auf jeden Kontextfaktor eine Umwelt ein. Diese Umwelt ist in der Lage, die Kontextfaktoren zu beeinflussen. Geschieht dies, ändert sich zunächst ihr Zustand. Zusätzlich bewirkt die Änderung eines Faktors eine Änderung des gesamten Kontextes in eine bestimmte Richtung. Durch das Zusammenspiel der Faktoren ist von Bedeutung, welche Einflüsse den Wandel bewirken [Zimmermann et al. 2007, S. 560].

Kontextfaktoren können in zwei Stufen eingeteilt werden – *primärer* und *sekundärer Kontext* [Dey & Abowd 1999, S. 306f; Küpper 2005, S. 2]. Synonym wird auch die Unterteilung in Low-Level- und High-Level-Kontext [Du & Wang 2008, S. 216; Guan et al. 2007, S. 850; Hegering 2003, S. 250; Lewandowska 2010, S. 53; Marcu et al. 2013, S. 449] bzw. direkter und indirekter Kontext [Adomavicius et al. 2011, S. 71; Gu et al. 2005, S. 6] unternommen. In dieser Arbeit werden folgend die Begriffe primärer und sekundärer Kontext verwendet.

Primäre Kontextfaktoren sind der Ort, die Zeit und die Identität des Nutzers²³. Sie weisen meistens eine numerische Darstellung auf [Korpipää & Mäntyjärvi 2003, S. 453]. Diese primären Kontextfaktoren werden durch Kontexterfassung gewonnen. Die Kontexterfassung kann über die Sensoren des Endgeräts erfolgen [Gu et al. 2005, S. 6; Schmidt & Van Laerhoven 2001, S. 66]. Zudem kann die Kontexterfassung durch Angaben der Nutzer erweitert und angereichert werden [Gu et al. 2005, S. 6]. In Abbildung 8 wird die Kontexterfassung durch Schritt 1 dargestellt und der primäre Kontext durch Ergebnis 1 verdeutlicht. Ein vertiefender Blick auf die primären Kontextfaktoren wird weiterhin in Kapitel 3.2.1 gegeben. Die Kontexterfassung wird näher in Kapitel 3.3.1 erläutert.

Aus diesen primären Kontextfaktoren können durch Kontexttransformation sekundäre Kontextfaktoren gewonnen werden, die einen deutlichen Mehrwert für aufbauende Dienste bilden. Als Kontexttransformation wird der Prozess des Filterns, Kombinierens und des Verarbeitens von primären Kontextfaktoren bezeichnet [Ferscha 2003, S. 50; Küpper 2005, S. 2]. Sekundäre Kontextfaktoren können zum Beispiel räumliche Kontextfaktoren wie die Umgebung in der sich ein Nutzer gerade befindet sein. Die Kontexttransformation wird in Abbildung 8 durch Schritt 2 dargestellt und der sekundäre Kontext durch Ergebnis 2. In Kapitel 3.2.2 wird nochmals vertiefend auf die sekundären Kontextfaktoren eingegangen. Die Kontexttransformation wird in Kapitel 3.3.2 beschrieben. Das Kapitel 3.3.3 beschreibt den finalen dritten Schritt der Kontextaggregation und Kontextualisierung, in dem die relevanten Kontextinformationen ausgewählt und die Reaktion auf diese erfolgt.

²³ Der Nutzer selbst wird häufig auch als Entität bezeichnet (siehe z.B. [Zimmermann et al. 2007, S. 560]).

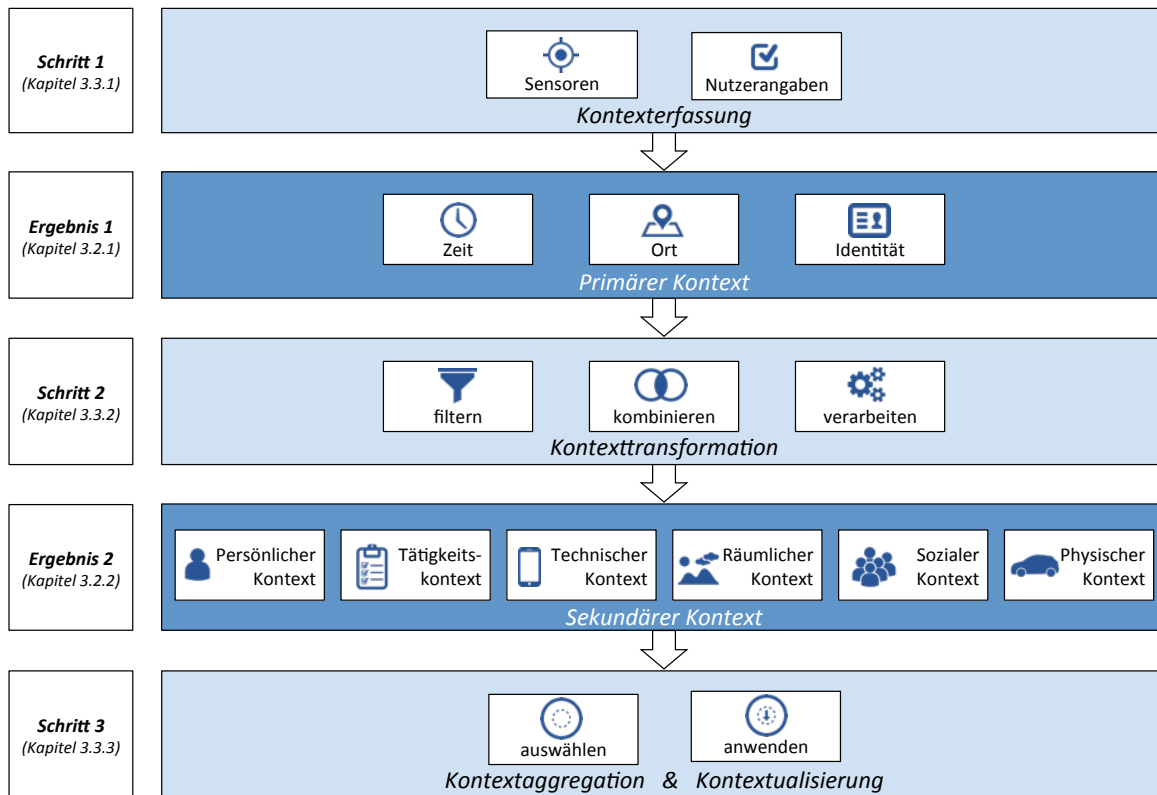


Abbildung 8: Einteilung und Verarbeitung der Kontextfaktoren
(in Anlehnung an [Küpper 2005, S. 2; Zimmermann et al. 2007, S. 561])

Tabelle 2 zeigt für eine Kontextinstanz beispielhaft auf, welche Ausprägungen Kontextfaktoren und -informationen annehmen können.

Ein primärer Kontextfaktor in diesem Szenario ist der Ort. Die Subkontextfaktoren des Ortes sind Breitengrad (Latitude) und Längengrad (Longitude). Die aktuellen Werte (Kontextinformationen) sind 52.273071 und 10.524655. Ein sekundärer Kontextfaktor, der auf den primären Kontextfaktor *Ort* aufbaut, wäre der *räumliche Kontext*. Dieser kann zum Beispiel durch Kontexttransformation und Kombination der Ortsdaten mit Daten eines digitalen Kartendienstes gewonnen werden.

Tabelle 2: Beispiel für Kontextfaktoren und -informationen

Kontexttyp	Kontextfaktor	Subkontextfaktor	Kontextinformation
Primär	Ort	Latitude	52.273071
		Longitude	10.524655
Sekundär	Räumlicher Kontext	Umgebung	Stadt
		Straßentyp	Autobahn

Subkontextfaktoren wären in diesem Fall die *Umgebung* und der *Straßentyp*. Die gespeicherten Kontextinformationen zu diesen Subkontextfaktoren wären *Stadt* und *Autobahn*.

3.2.1 Primäre Kontextfaktoren

Wie bereits im vorherigen Kapitel erwähnt, lassen sich die primären Kontextfaktoren direkt durch Sensoren erfassen und werden durch Nutzereingaben ergänzt [Gu et al. 2005, S. 6]. Es handelt sich hierbei um Rohdaten, die häufig nicht direkt für Anwendungen genutzt werden können [Hegering 2003, S. 250]. Sie dienen zudem als Grundlage für die sekundären Kontextfaktoren, die durch verschiedene Operationen hieraus abgeleitet werden können [Küpper 2005, S. 2].

Die drei primären Kontextfaktoren *Ort*, *Zeit* und *Identität* bzw. Nutzer (siehe Abbildung 9) sollen in den nächsten Kapiteln separat betrachtet werden.

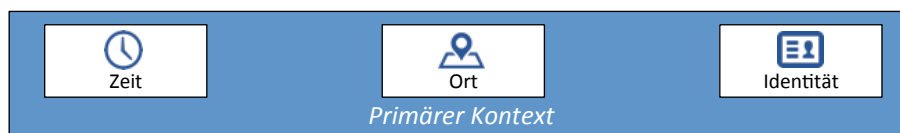


Abbildung 9: Primärer Kontext

3.2.1.1 Ort

Der Standortkontext oder lokale Kontext ist durch die Zunahme des Ubiquitous Computing entstanden. Wenn die Anwender zunehmend mobil sind, müssen die Anwendungen darauf reagieren. [Zimmermann et al. 2007, S. 562f] Der Standortkontext beschreibt dabei hauptsächlich den realen Aufenthaltsort eines Nutzers, der z.B. durch Ortung mit Hilfe des Global Positioning Systems (GPS)²⁴ bestimmt wird [Zobel 2001, S. 51]. Der Standortkontext wurde im Bereich der mobilen Anwendungen bereits früh genutzt und untersucht. Er stellt somit einen grundlegenden Faktor für die Kontextorientierung dar. [Schilit & Theimer 1994, S. 22]

Es ist aber ebenso möglich, einen virtuellen Standort zu beschreiben, wie eine IP-Adresse in einem Computernetzwerk. Orte werden dabei anhand der Koordinaten oder der IP-Adresse innerhalb eines Gebäudes beschrieben. [Zimmermann et al. 2007, S. 562]

In Kapitel 3.5 wird aufbauend auf dem Kontextfaktor *Ort* nochmals auf ortsbezogene Dienste eingegangen, die vorrangig den Ort nutzen, um spezifische Informationen zu liefern.

²⁴ Für nähere Informationen siehe Kapitel 3.5.1.

3.2.1.2 Zeit

Der Zeitaspekt enthält sämtliche Informationen über die Zeit. Der am häufigsten verwendete Zeitindex ist der aktuelle Zeitpunkt eines Zustandes, in dem eine Interaktion mit dem kontextorientierten Dienst stattfindet. Dieser kann aus Informationen zu einer Zeitzone, der aktuellen Zeit oder einer beliebigen virtuellen Zeit bestehen. Dabei kann die Zeit unterschiedlich dargestellt und berechnet werden. So ist es möglich, die Zeit in mehrere Intervalle aufzuteilen und mit (wiederkehrenden) Aktionen zu belegen. [Zimmermann et al. 2007, S. 562]

Die Betrachtung der Zeit bietet ebenso einen Ansatzpunkt für die Erstellung von Verläufen. Ein wichtiger Bestandteil ist demnach die chronologische Historie der vergangenen Zustände [Endsley 1995, S. 38]. Kontextorientierte Anwendungen können Kontextinformationen zu einem Zeitpunkt speichern. Anschließend stehen die Informationen zum Abruf bereit und können die Basis für Kontextempfehlungen bilden. Wenn z.B. eine Person regelmäßig zur gleichen Zeit am gleichen Ort ist, lässt sich daraus ein Ereignis ableiten. Dabei kann auf die gespeicherten Daten in der chronologischen Kontexthistorie zurückgegriffen werden. [Zimmermann et al. 2007, S. 562]

3.2.1.3 Identität

Die Identität²⁵ beschreibt die Kontextinformationen der Person, an die der Kontext gebunden ist [Dey & Abowd 1999, S. 307f; Zimmermann et al. 2007, S. 561]. Diese Informationen enthalten alle Fakten über die situativen Eigenschaften und Präferenzen der Person, die nicht stabil sind - grundlegende Informationen wie Alter oder Geschlecht sind demnach ausgeschlossen und gehören zum Nutzerprofil. Der Input dieser Daten ist zum Teil schwierig durch Sensoren zu erfüllen und erfolgt vor allem durch Eingaben der Nutzer [Skillen et al. 2012, S. 261]. Dies können zum Beispiel situative Musikpräferenzen oder Bewertungen sein. Lediglich biometrische Daten wie Pulsschlag oder Hautleitwert können über Sensoren erfasst werden.

3.2.2 Sekundäre Kontextfaktoren

Sekundäre Kontextfaktoren sind abstrakt und müssen daher aus primären Kontextfaktoren abgeleitet werden [Gu et al. 2005, S. 6]. Die Komplexität dieses Prozesses des Ableitens und der Kontexttransformation kann sehr einfach sein oder einen hohen Aufwand erfordern. Viele kontextorientierte Applikationen arbeiten jedoch mit sekundären Kontextfaktoren, da sie einen höheren Mehrwert für den Nutzer bilden. [Guan et al. 2007, S. 850] Primäre Kontextfaktoren

²⁵ Kann auch mit der Entität gleichgesetzt werden und daher sowohl ein Objekt (z.B. Fahrzeug oder Smartphone) als auch eine Person (z.B. Fahrer) sein. In diesem Fall einer Person wird auch der Begriff *Human Entity Context* verwendet [Zimmermann et al. 2007, S. 561].

können mit Daten aus anderen Quellen – vor allem dem Internet – angereichert werden, um sekundäre Kontextfaktoren bereitzustellen.

In den folgenden Unterkapiteln wird auf die fünf wesentlichen Bereiche des sekundären Kontextes eingegangen (siehe Abbildung 10).



Abbildung 10: Sekundärer Kontext

3.2.2.1 Persönlicher Kontext

Der persönliche Kontext umfasst Informationen über den Benutzer selbst [Lewandowska 2010, S. 54]. Er erweitert die Identität des Nutzers indem er aus den Angaben und erfassten Daten sekundäre Daten ableitet. So können aus primären Daten beispielsweise die mentalen Faktoren wie die Stimmung, das Stresslevel oder die Fahrtbelastung abgeleitet werden [Göker et al. 2009, S. 139].

3.2.2.2 Tätigkeitskontext

Der Tätigkeitskontext beschreibt, welcher Aktivität der Nutzer nachgeht. Er beinhaltet die Ziele, Aufgaben und Aktionen, die der Nutzer hat bzw. durchführt. Grundsätzlich handelt es sich hierbei um den Hauptnutzer selbst, welcher im Fahrzeug der Fahrer ist. Es können jedoch auch Aktivitäten von anderen Nutzern im Umfeld des Fahrers sein, die nicht primär das Fahrzeug führen und somit lesen oder ihr Smartphone bedienen. [Göker et al. 2009, S. 139] Durch die Verknüpfung von detaillierten Geodaten mit dem aktuellen Standort des Nutzers kann z.B. auf bestimmte Aktivitäten wie tanken, einkaufen oder Ski fahren, geschlossen werden [Meier 2002, S. 75].

3.2.2.3 Technischer Kontext

Der technische Kontext²⁶ enthält Informationen über verfügbare Ressourcen, wie ein von einem Benutzer verwendetes mobiles Endgerät, den Medientyp, der verwendet wird [Adomavicius et al. 2011, S. 74], oder aber auch über verfügbare Netzwerkverbindungen [Lewandowska 2010, S. 54].

²⁶ Auch als Interaction Media Context bezeichnet [Adomavicius et al. 2011].

3.2.2.4 Räumlicher Kontext

Der räumliche Kontext oder Umgebungskontext umfasst Informationen über die Benutzerumgebung und die Objekte im Umfeld des Nutzers [Göker et al. 2009, S. 138f]. Dies können z.B. Informationen über die Temperatur, den Geräuschpegel, oder die Verkehrsverhältnisse sein [Lewandowska 2010, S. 54].

Zudem können es weitergehende Informationen über die Umgebung sein, wie Flächennutzung, Infrastruktur, wichtige Punkte (Points of Interest, POIs) oder Verkehrswege. Weiterhin lässt sich über das Navigationssystem des Fahrzeugs oder über eine automatische Ermittlung anhand historischer Fahrten der Informationshorizont bestimmen. Er beschreibt den vorausliegenden Streckenverlauf bis zum Zielort sowohl in geografischer wie auch in zeitlicher Hinsicht und erweitert somit den räumlichen Kontext. Der Informationshorizont wird in Kapitel 3.5.3 näher betrachtet und erläutert.

3.2.2.5 Sozialer Kontext

Der soziale Kontext²⁷ beschreibt grundlegend die Präsenz und die Rolle andere Personen im Umfeld des Nutzers [Adomavicius et al. 2011, S. 74; Liljeström et al. 2013, S. 579]. Die Präsenz gibt an, ob andere Personen in der Nähe sind oder ob der Nutzer alleine ist. Die Rolle beschreibt die Beziehung des Nutzers zu den anderen Personen.

So kann zum Beispiel unterschieden werden, ob eine andere Person ein Familienmitglied, ein Freund oder ein Nachbar oder eine neutrale Person ist. Je nachdem, in welcher Beziehung man zu dieser Person steht, unterscheiden sich die Informationen, die man teilt. Zudem sind auch Gemeinsamkeiten und Unterschiede in Bezug auf Interessen oder Ziele Bestandteil des sozialen Kontextes. [Göker et al. 2009, S. 139; Zimmermann et al. 2007, S. 564]

3.2.2.6 Physischer Kontext

Der physische Kontext beschreibt den direkten Handlungsraum des Nutzers und stellt somit eine Erweiterung der Identität dar. Hiermit ist vorallem die Art der Fortbewegung bzw. das Fortbewegungsmittel gemeint. Er beschreibt somit, ob der Nutzer beispielsweise zu Fuß oder mit dem Fahrrad unterwegs ist, ein öffentliches Verkehrsmittel nutzt oder mit dem Auto fährt. [Adomavicius et al. 2011, S. 74]

Der physische Kontext sollte möglichst genau erfasst werden, um entsprechende Anpassungen gewährleisten zu können. So kann z.B. relevant sein, ob ein Autofahrer mit einem Kleinwagen

²⁷ Auch als Social Relations bezeichnet [Zimmermann et al. 2007, S. 564].

oder einem sportlichen Cabriolet unterwegs ist bzw. ob der Nutzer gerade spazieren geht oder joggt.

3.3 Kontextverarbeitung

Die Kontextverarbeitung kann als Oberbegriff sämtlicher Aktivitäten gesehen werden, die dazu genutzt werden, von der Erfassung der primären Kontextfaktoren zu einer kontextorientierten Anpassung eines Dienstes zu kommen. Im Folgenden sollen die relevanten Schritte erläutert werden.

3.3.1 Kontexterfassung

Damit die Kontextinformationen ermittelt werden können, muss eine Anwendung auf Datenquellen z.B. mithilfe eines mobilen Endgeräts zugreifen können.

Kontextparameterwerte lassen sich entweder explizit oder implizit bestimmen. Bei der expliziten Bestimmung werden manuelle Eingaben verwendet, die der Nutzer meist einmalig vornimmt. Dies ist erforderlich, um statische Kontextparameter (z.B. Geburtsdatum und Geschlecht des Nutzers) zu erfassen. Die implizite Bestimmung erfolgt ohne Interaktion mit dem Nutzer. Hierbei werden Sensoren von der Anwendung benutzt, um dynamische Kontextparameter zu ermitteln. Dadurch kann eine Anwendung schneller auf eine Änderung des Nutzerkontextes reagieren. [Ricci et al. 2010, S. 228; Schmidt et al. 1998, S. 896]

Somit sind unter Datenquellen Nutzereingaben und Sensoren zu verstehen. Sensoren sind Systeme, welche Informationen in bestimmten Datenformaten liefern [Indulska & Sutton 2003, S. 144] und in Hardware- und Softwaresensoren [Goslar et al. 2003, S. 3] bzw. physische und virtuelle Sensoren [Baldauf et al. 2007, S. 266] eingeteilt werden. Hardwaresensoren können über das technische Gerät u.a. die Position bestimmen, Bewegungen, Berührungen, Beschleunigung, Geräusche und Sprache erkennen, sowie Biometrie des Nutzers messen [Pierre 2011, S. 159; Schmidt & Van Laerhoven 2001, S. 67]. Sie können entweder in einem mobilen Gerät oder in einer fest installierten Infrastruktur, die mit dem mobilen Gerät vernetzt ist und dadurch der Anwendung Daten bereitstellt, integriert sein [Schmidt et al. 1998, S. 896]. Das Sammeln der Daten von Hardwaresensoren und die anschließende Nutzung in Applikationen ist heutzutage einfach, da moderne mobile Betriebssysteme entsprechende APIs²⁸ für die Nutzung der Sensoren zur Verfügung stellen [Marcu et al. 2013, S. 449]. Hardwaresensoren zur Erfassung der

²⁸ Application Programming Interfaces sind Schnittstellen zur Anwendungsprogrammierung, die von einem Softwaresystem zur Verfügung gestellt werden um anderen Systemen die Anbindung zu ermöglichen.

Position sind beispielsweise GPS per Satellit, WLAN über Triangulation oder GPRS über Funkzellen.

Die Beschleunigung und Neigung eines Objektes kann über ein Accelerometer²⁹ erfasst werden. Biodaten des Nutzers können über entsprechende Sensoren erfasst werden, die am Körper des Nutzers angebracht sind bzw. direkten Hautkontakt haben. So lassen sich beispielsweise Pulsschlag über einen Pulssensor und Hautleitwert per Hautleitfähigkeitssensor an der Fingerkuppe messen (siehe Tabelle 3).

Softwaresensoren greifen auf Anwendungen, Dienste und Datenbanken zu, die z.B. lokal auf dem mobilen Gerät (z.B. Terminkalender des Nutzers) zur Verfügung stehen [Goslar et al. 2003, S. 3].

Tabelle 3: Beispiele für Hardwaresensoren

Anwendungsobjekt	Kontextinformation	Hardwaresensor
Technisches Gerät	Position	GPS-Sensor, WLAN, GPRS
	Beschleunigung	Accelerometer
	Neigung	Accelerometer
Nutzer	Pulsschlag	Pulssensor
	Hautleitwert	Hautleitfähigkeitssensor

Die erfassten Kontextfaktoren von verschiedenen Datenquellen, welche im System gespeichert sind, stellen eine Kontextinstanz zu einem gewissen Zeitpunkt dar. Diese Instanz ändert sich, sobald sich eine Kontextinformation ändert. [Sigg 2008, S. 47]

3.3.2 Kontexttransformation

Kontextorientierte Anwendungen können diese Kontextinformationen nun zu höherwertigem Kontextwissen (Sekundärer Kontext) verarbeiten, was als Kontexttransformation, Kontextreasoning oder Kontextinferenz bezeichnet wird [Nurmi & Floréen 2004, S. 1]. Dieses abgeleitete Kontextwissen kann aus primären Kontextinformationen durch filtern, kombinieren oder verarbeiten gewonnen werden (siehe Abbildung 8, Schritt 2). Zudem können weitere Daten wie beispielsweise Internetquellen herangezogen werden um primäre Kontextfaktoren anzureichern.

²⁹ Ein Accelerometer (auch Beschleunigungssensor oder G-Sensor) erfasst die Beschleunigung eines Objektes indem die auf eine Testmasse wirkende Trägheitskraft in Richtung aller drei Achsen bestimmt wird, was die Ermittlung der Geschwindigkeitszunahme oder -abnahme und der Lage bzw. Neigung des Objektes ermöglicht.

Eine einfache Form, sekundäre Kontextfaktoren zu gewinnen, ist die Verarbeitung in Form von Verfeinerung der Daten bzw. einem Wechsel des Datenformats. So können beispielsweise GPS-Koordinaten in Straßennamen und Hausnummern transformiert und anhand dieser das Umfeld bestimmt werden. Eine Kombination von zwei GPS-Koordinaten kann zudem genutzt werden, um eine Route zu bestimmen. [Hegering 2003, S. 250]

Ein weiterer Ansatz zur Kontextverarbeitung ist das Rule-Based-Reasoning bzw. ein regelbasiertes System [Ferscha 2003, S. 5]. Hierbei werden Ableitungsregeln verwendet, um aus den primären Kontextfaktoren spezifische Situationen zu erzeugen bzw. sekundäre Kontextinformationen zu gewinnen. Diese Regeln können beispielsweise mithilfe von Aussagenlogik, Prädikatenlogik erster Stufe (First Order Logic), Zeitlogik, Beschreibungslogik oder Fuzzylogik formuliert werden [Viterbo 2012, S. 19]. Bei der Aussagenlogik werden Wenn-Dann-Regeln angewendet. Bei diesen durchlaufen die ermittelten Kontextinformationen eine Regelbasis, die eine Reihe von fest gespeicherten Regeln umfasst. [Lee et al. 2005, S. 1014]

Eine Regel besteht aus einem Wenn-Teil, der die Bedingung aufstellt, und einem Dann-Teil, der die gefolgerte Situation enthält (siehe Tabelle 4). Die Bedingung ist ein Ausdruck, der Kontextparameter, logische Operatoren (z.B. Konjunktion), arithmetische Operatoren (z.B. Subtraktion) und Vergleichsoperatoren (z.B. Test auf Ungleichheit) beinhalten und entweder wahr oder falsch sein kann. Die folgende Tabelle stellt vier mögliche Regeln einer Regelbasis für eine Fahrzeuganwendung in Pseudocode dar.

Tabelle 4: Beispiel einer Regelbasis als Pseudocode

Regel	Regel
R1	WENN ((getPulsschlag() <= 80) && (getHautleitwert() <= 0.35) && (22:00 < Uhrzeit < 08:00)) DANN „Fahrer müde“
R2	WENN ((getStreetytype() == Autobahn) && (getVerkehrsflussForPosition() == hoch)) DANN „geringe Fahrtbelastung“
R3	WENN (Geschwindigkeit > 1,1 * getCurrentSpeedLimit()) DANN „sportliches Fahren“
R4	WENN ((isCurrentDayAWorkingDay()) && (05:00 < Uhrzeit < 09:00)) DANN „auf dem Weg zur Arbeit“

Zudem sollte es möglich sein, in die Bedingungen Methodenaufrufe und Datenbankabfragen einzubinden. Es können Methoden genutzt werden, die es ermöglichen anhand aktueller und

vergangener Parameterwerte, die in der Datenbank abgelegt sind, einen Rückschluss auf den aktuellen Kontext zu ziehen [Tanaka et al. 2009, S. 193].

3.3.3 Kontextaggregation und Kontextualisierung

Nachdem alle primären Kontextinformationen erfasst und die sekundären aufbereitet sind, werden die für die aktuelle Situation relevanten Kontextinformationen ausgewählt und zusammengeführt (Kontextaggregation). Diese Kontextdaten werden von der Applikation genutzt, um den Dienst anzupassen. Diese Auswahl der Reaktion auf die aggregierten Kontextinformationen wird als Kontextualisierung bezeichnet. [Hegering 2003, S. 250f]

Um den Prozess der Kontextaggregation und Kontextualisierung zu veranschaulichen, sei folgendes Beispielszenario³⁰ gegeben.

Beispielszenario Autofahrt

Ben Altmann (33 Jahre) fährt mit seinem Auto am Montag Morgen um 7:32 Uhr zur Arbeit. Er ist alleine unterwegs und schaltet das Autoradio ein, um sich für die Arbeit zu motivieren und wach zu werden.

In diesem Beispielszenario bei der *Autofahrt* und dem Anwendungsgebiet *Musikeinspielung* könnte ein kontextorientiertes Musikempfehlungssystem Gebrauch von Kontextinformationen machen, um die Musikeinspielung anzupassen (siehe Abbildung 11).

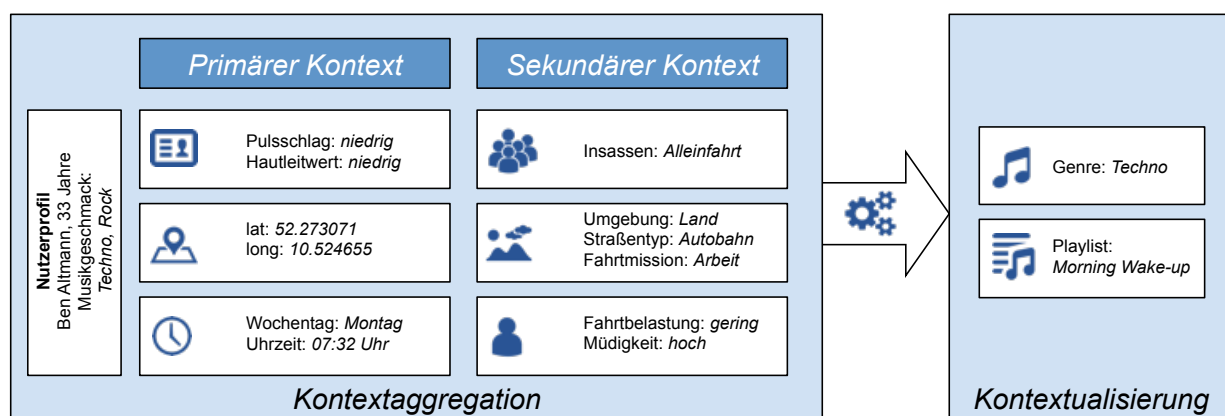


Abbildung 11: Kontextaggregation und Kontextualisierung im Beispielszenario

³⁰ Das Beispielszenario ist an Persona A aus den durchgeführten Contextual Inquiries (kontextbezogene Beobachtungen und Befragungen) angelehnt (siehe Anhang A 16).

Bei der Kontextaggregation könnte das System im Bereich des primären Kontextes auf Identität des Nutzers in Kombination mit dem Nutzerprofil der Applikation zurückgreifen. Dadurch wäre bekannt, dass der Nutzer *Ben Altmann* ist und er gerne Techno und Rock hört. Uhrzeit und Wochentag können zudem vom Anwendungssystem übernommen werden. Über einen GPS-Sensor könnte die Position des Fahrzeugs bestimmt werden.

Diese Daten können in Kombination mit der Regelbasis dazu genutzt werden, relevante Kontextinformationen des sekundären Kontextes zu ermitteln. In diesem Fall würden beispielsweise die Regeln R1, R2 und R4 (siehe Tabelle 4) zutreffen und im Prozess der Kontextaggregation als relevant ausgewählt werden. Zudem könnte aufgrund der Position des Fahrzeugs mit Hilfe von Online-Kartendiensten die Umgebung und der Straßentyp ermittelt werden.

Daraus wüsste man, dass Herr Altmann auf dem Weg zur Arbeit ist. Er fährt auf der Autobahn in ländlichem Gebiet und hat eine geringe Fahrtbelastung zudem ist er noch müde. Im Prozess der Kontextualisierung wird daraufhin beispielsweise das Genre *Techno* ausgewählt. Innerhalb des Genres wird eine Playlist mit Titeln erstellt, die Herrn Altmann auf dem morgendlichen Weg zur Arbeit aktivieren. Die Playlist wird mit *Morning Wake-up* benannt.

3.4 Kontextorientierte Dienste

Dey & Abowd (1999) erwähnen bereits, dass es durch die Verbesserung des Kontextzugangs von Computern möglich ist nützlichere Dienste für den Anwender zu produzieren [Dey & Abowd 1999, S. 304]. Zudem wurde bereits 1998 die hohe zukünftige Bedeutung der Kontextorientierung im Bereich der mobilen Endgeräte und des Ubiquitous Computing angemerkt [Pascoe 1998, S. 92].

In diesem Abschnitt wird auf die Begriffsdefinition von *Kontextorientierung (Context Awareness)* und kontextorientierten Diensten (Kapitel 3.4.1) eingegangen, anschließend die Gemeinsamkeiten bzw. Unterschiede zu *Situation Awareness* diskutiert (Kapitel 3.4.2) und die Entwicklung der Dienste anhand des Gartner Hype Cycles aufgezeigt (Kapitel 3.4.3).

3.4.1 Definition

In der Literatur gibt es für kontextorientierte Anwendungen – wie auch für den Begriff des Kontexts – zahlreiche Definitionen (siehe Tabelle 5).

In deutschen Veröffentlichungen werden neben *kontextorientierten Diensten* auch die Begriffe *kontextbewusste*, *kontextbezogene* und *kontextsensitive Dienste* verwendet.

In englischen Veröffentlichungen wird häufig von *context-aware services* bzw. *context-aware computing* gesprochen. Weitere verwendete Synonyme für den Begriff *context-aware* sind z.B. *adaptive*, *reactive*, *responsive*, *situated*, *context-sensitive*, *context-enriched* und *environment directed* [Dey & Abowd 1999, S. 306ff].

Generell beschreibt der Begriff ein Paradigma des Mobile Computing, durch das Applikationen Kontextinformationen nutzen können, um ihr Leistungsangebot anzupassen [Hristova & O'Hare 2004, S. 86], so dass es für den Nutzer im aktuellen Kontext einen Mehrwert bildet [Hong et al. 2009, S. 8509].

Tabelle 5: Verwendete Synonyme für kontextorientierte Dienste in der Literatur

Sprache	Begriffsdefinition	Quelle
DE	Kontextbewusste Dienste/Systeme	[Godehardt 2009; Steiman 2014]
	Kontextbezogene Dienste/Systeme	[Kühn & Rothermel 2002; Rothermel 2008; Rothermel et al. 2003]
	Kontextorientierte Dienste/Systeme	[Gupta et al. 2004]
	Kontextsensitive Dienste/Systeme	[Angerer 2010; Koch 2010; Krösche 2005; Lanzer 2012; Schmidt 2004; Silberer et al. 2002; Zobel 2001]
ENG	Context-aware services/systems/computing	[Chalmers 2011b; Dey 2000, 2001; Dey & Abowd 1999; Fischer 2012; Gu et al. 2005; Han et al. 2008; Hong et al. 2009; Hristova & O'Hare 2004; Küpper 2005; Salber et al. 1998; Schilit et al. 1994; Schilit & Theimer 1994; Soylu et al. 2009]
	Context-enriched services	[Gartner 2009; Song et al. 2012]

Schilit und Theimer (1994) stellen fest, dass eine kontextorientierte Anwendung die Fähigkeit besitzt, Veränderungen des Umfelds, in dem sich der Nutzer und die Anwendung befinden, durch dauerhaftes Sammeln von Informationen zu erkennen und darauf zu reagieren [Schilit & Theimer 1994, S. 23]. Sie legen damit eine erste Definition für kontextorientierte Dienste fest.

“Context-aware computing is the ability of a mobile user’s applications to discover and react to changes in the environment they are situated in.” [Schilit & Theimer 1994, S. 23]

Hull et al. (1997) beschreiben Anwendungen als situativ, wenn sie die Fähigkeit besitzen, Erscheinungen in der Nutzerumgebung mithilfe von Geräten zu erkennen, zu interpretieren und darauf einzugehen [Hull et al. 1997, S. 146]. Salber et al. (1998) verknüpfen kontextorientierte

Anwendungen mit der Eigenschaft, sich auf Grundlage des Kontexts bzw. der ermittelten Kontextparameterwerte anzupassen [Salber et al. 1998, S. 7]. Brown (1998) definiert, dass kontextorientierte Anwendungen in Abhängigkeit vom wahrgenommenen Kontext dem Nutzer automatisch taugliche Informationen zur Verfügung stellen oder Aktionen, wie die Ausführung von Programmen, auslösen [Brown 1998, S. 18]. Dey und Abowd (1999) bezeichnen ein System als kontextorientiert, wenn es den Kontext nutzt, um dem Nutzer relevante Informationen und Dienste bereitzustellen [Dey & Abowd 1999, S. 306]. Scheer et al. (2002) bezeichnen Anwendungen als kontextsensitiv, wenn es ihnen möglich ist, das Umfeld eines Benutzers zu erfassen und auszuwerten, um die für den Benutzer relevanten Dienste einzugrenzen und aktiv anzubieten [Silberer et al. 2002, S. 100]. Gupta et al. (2004) definieren kontextorientierte Dienste über das Vorfiltern von Informationen in bestimmten Situationen.

“Unter kontextorientierten Diensten verstehen wir Dienste, die aufgrund verschiedener Entscheidungsfaktoren für einen Nutzer maßgeschneidert bereitgestellt werden. So wird die Auswahl und die Informationsdarstellung der Dienste durch Zeit, Ort, persönliche Präferenzen und das aktuelle Endgerät des Nutzers bestimmt.” [Gupta et al. 2004, S. 36]

Gu et al. (2005) beschreiben kontextorientierte Dienste als Agenten, Applikationen und Dienste, die unterschiedliche Kontextinformationen nutzen und sich dementsprechend an den aktuellen Kontext anpassen und verhalten [Gu et al. 2005, S. 11]. Auch das Marktforschungsunternehmen Gartner definiert kontextorientierte Dienste und verwendet dabei den Begriff *Context-enriched Service*. Sie bezeichnen damit Dienste, die situationsbezogene und umfeldbezogene Informationen mit weiteren Informationen zusammenführen, um proaktiv angereicherte, situative und nützliche Inhalte, Funktionen und Erfahrungen zu erzeugen. Diese Dienste können dadurch proaktiv Informationen in dem Moment, wo der Nutzer sie benötigt, ausliefern oder Produkte und Funktionen anbieten, die für ihn zu einer speziellen Zeit relevant sind. [Gartner 2009]

Die Dienste lassen sich als *Push-* und *Pull-Dienste* ausführen. Während Push-Dienste dem Nutzer ohne dessen Zutun Inhalte bereitstellen, geschieht dieses bei Pull-Diensten erst auf eine Nutzeranfrage [Schiller & Voisard 2004, S. 17]. Push-Dienste werden auch als proaktive Dienste und Pull-Dienste als reaktive Dienste bezeichnet [Küpper 2005, S. 3].

Als besonderes Merkmal kontextorientierter Dienste werden die reduzierten Such- und Informationskosten erwähnt, wodurch sowohl die Akzeptanz als auch die Zahlungswilligkeit steigen [Bauer et al. 2005, S. 212].

Fischer (2012) stellt heraus, dass das Ziel kontextorientierter Dienste die Erfüllung der fünf Rs ist. Als fünf Rs bezeichnet er die *richtigen Informationen*, zur *richtigen Zeit*, am *richtigen Ort* und in der *richtigen Form* an die *richtige Person* zu adressieren (siehe Abbildung 12).

Weiterhin erwähnt er, dass es genau die Schwierigkeit bei der Entwicklung dieser Dienste ist, das *richtig* zu erfüllen. In vielen Fällen gibt es kein einfaches *richtig* oder *falsch*. [Fischer 2012, S. 290f]

Auch Bettini et al. (2010) weisen darauf hin, dass es besonders schwer ist kontextorientierte Dienste zu entwickeln. Dies liegt einerseits daran, dass der Kontext sich häufig ändern kann und die Informationsauswahl daher zeitkritisch ist. Andererseits kommen die Kontextinformationen von vielen unterschiedlichen Quellen und unterscheiden sich daher in ihrer Qualität. Dies führt zu einer höheren Fehleranfälligkeit bei der Integration verschiedenster Daten in das System. [Bettini et al. 2010, S. 161]

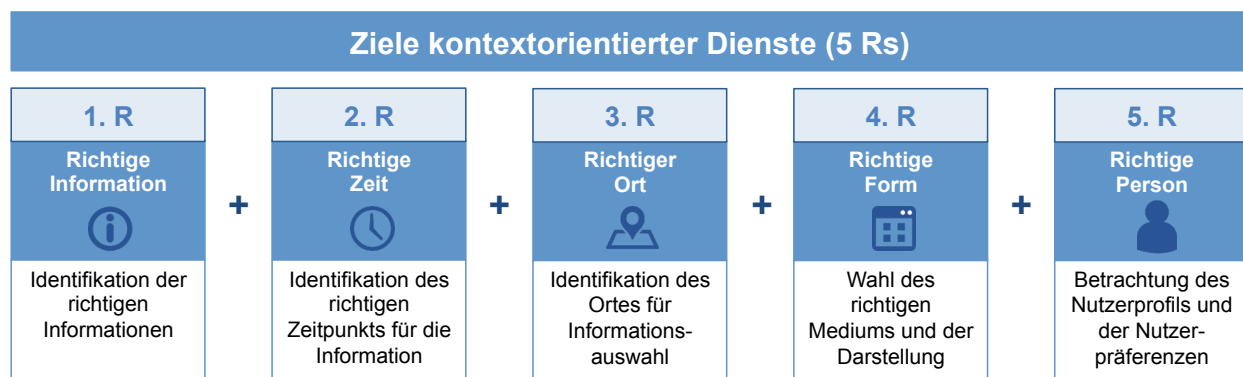


Abbildung 12: Die fünf Rs kontextorientierter Dienste
(in Anlehnung an [Fischer 2012, S. 290f])

3.4.2 Abgrenzung zu Situation Awareness

In vielen englischsprachigen Publikationen in dem vorliegenden Themenfeld wird neben dem Begriff *Context Awareness* auch von *Situation Awareness* gesprochen. Der Begriff der Situation Awareness (SA) wurde bereits vor über 25 Jahren von Mica Endsley geprägt (siehe [Endsley 1988]) und wird mittlerweile vielfältig verwendet [Sandom 2001, S. 52]. Eine allgemeingültige Definition für den Begriff existiert jedoch nicht [Sarter & Woods 1991, S. 45]. Es wird zudem weiterhin kontrovers diskutiert, ob die beiden Begrifflichkeiten die gleiche Bedeutung haben [Alcaraz & Lopez 2013, S. 30].

SA was defined as "the perception of the elements in the environment within a volume of time and space, the comprehension of their meaning, and the projection of their status in the near future."
[Endsley 1988, S. 97]

Endsley spricht in Bezug auf SA von dem Wissen einer Person über die Situation in ihrem Umfeld [Endsley 2000, S. 18]. Für sie bedeutet SA, dass man sich dessen bewusst ist, was um einen herum geschieht und zu verstehen, was diese Informationen für einen selbst aktuell und zukünftig bedeuten [Endsley et al. 2003, S. 2ff]. Der Begriff wurde ursprünglich in Bezug auf hochkomplexe, dynamische Anwendungsfelder, wie Luft- oder Raumfahrt, entwickelt. Er wurde dann auf alltäglichere, aber dennoch komplexe Aufgaben, wie die Autofahrt, ausgeweitet. Der Mensch selbst steht bei der Beschreibung nach Endsley im Fokus der Betrachtung und sie spricht in diesem Zusammenhang von dem Bedürfnis nach Systemen und Diensten, die die menschliche SA unterstützen, um Fehler zu vermeiden [Endsley et al. 2003, S. 13f].

Nach Kokar et al. (2007) lässt sich die Forschung im Bereich *Situation Awareness* nach dem Subjekt klassifizieren, welches den Prozess durchführt – Mensch oder Computer. Während der SA-Prozess von menschlicher Seite gemessen und möglicherweise unterstützt werden muss, muss der SA-Prozess auf Computerebene definiert und umgesetzt werden. Von Seiten des Menschen ist die Definition und das Modell nach Endsley (siehe [Endsley 1995, S. 35], Abbildung 1) bereits weitestgehend akzeptiert, während auf Computerebene – beispielsweise im Bereich der künstlichen Intelligenz (KI) und der Empfehlungssysteme – noch kein einheitliches Modell existiert. [Kokar et al. 2009, S. 83]

Nimmt man die Aufteilung nach Kokar et al. (2003) an, so lässt sich diese subjektbezogene Unterteilung auf die beiden Begriffe *Situation Awareness* und *Context Awareness* übertragen. Die Situation Awareness von menschlicher Seite entspricht, wie bereits von den Autoren erwähnt, der Definition nach Endsley. Für die Situation Awareness auf Computerebene lässt sich synonym der Begriff der Context Awareness verwenden. Diese Abgrenzung soll der Arbeit zugrunde liegen und ist in der folgenden Abbildung schematisch dargestellt. Dabei wird auf die Differenzierung zwischen Situation und Kontext aus Kapitel 3.1.2, Abbildung 7 aufgebaut.

Die Abbildung 13 zeigt auf der linken Seite das menschliche System. Die Situation wird vom Menschen verstanden, verarbeitet und kann auf zukünftige ähnliche Situationen übertragen werden (Situation Awareness). Der Computer kann dabei die SA des Menschen überwachen und unterstützen (grauer Pfeil). So kann beispielsweise ein Pilot durch ein Radar bei dem Prozess der Erfassung, Verarbeitung und der Reaktion auf andere Flugobjekte unterstützt werden oder ein Autofahrer beim Autofahren durch einen Spurhalteassistenten.

Auf der rechten Seite wird die computerbasierte Verarbeitung dargestellt. Der Kontext wird durch die Erfassung und Transformation als computerbasierte Repräsentation aus Situation gewonnen. Die Auswahl der relevanten Kontextinformationen und die Anwendung auf die aktuelle Situation (Aggregation & Kontextualisierung) durch das Computersystem erfolgt dabei weitestgehend automatisch (Context Awareness). Der Mensch ist jedoch dafür verantwortlich, dieses Computersystem mit den Regeln zu definieren und umzusetzen (grauer Pfeil). Ein autonomes Fahrzeug, welches ohne Einwirkung des Menschen arbeitet und die Situation erfassen und reagieren kann, wäre ein Beispiel für eine komplette Context Awareness.

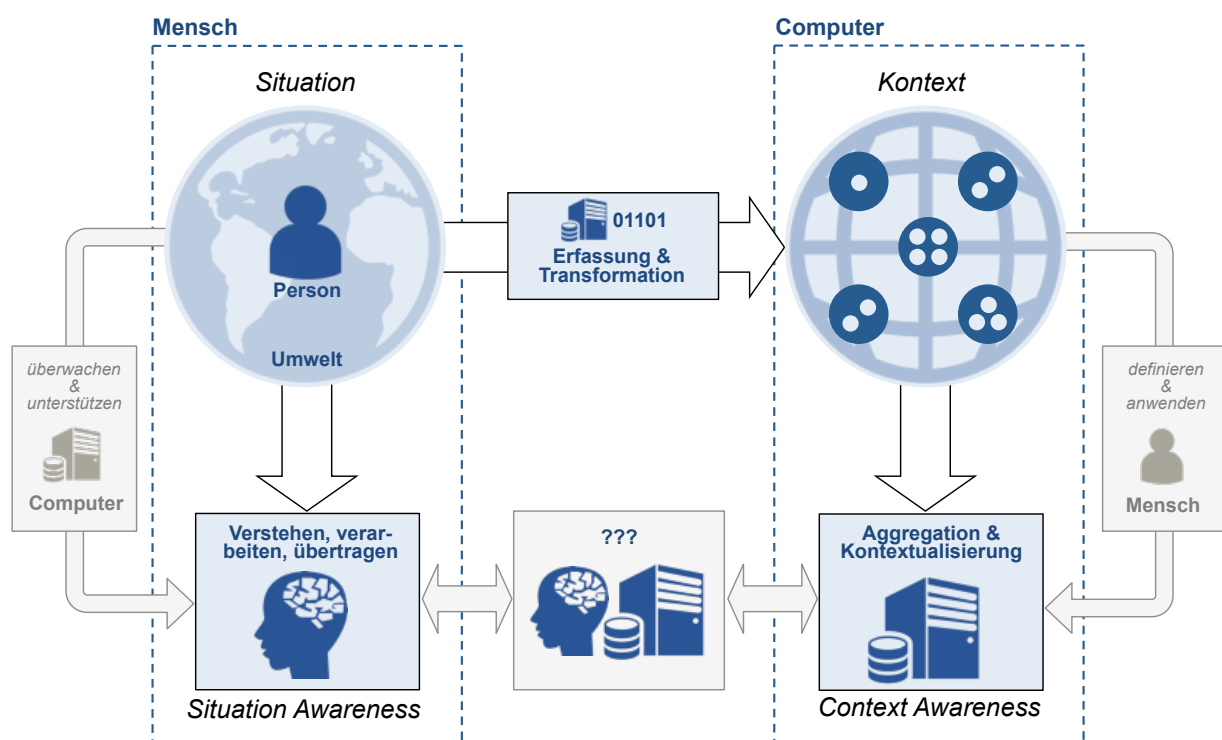


Abbildung 13: Abgrenzung von Context Awareness zu Situation Awareness

Da die meisten Systeme heutzutage jedoch eine gewisse Nutzerinteraktion erfordern und nicht komplett ohne Nutzereingaben oder Nutzerfeedback funktionieren, gibt es einen fließenden Übergang zwischen Situation Awareness und Context Awareness (grauer Kasten). Für diese Systeme scheinen die Begriffe *Kontextorientierung* oder *Context-enrichness* besser geeignet zu sein.

3.4.3 Entwicklung im Gartner Hype Cycle

Das Marktforschungsunternehmen Gartner hat den Begriff bzw. die Technologie der *Context-enriched Services*³¹ im Jahr 2009 in seinen bekannten *Hype Cycle* aufgenommen. Der 1995 erstmals veröffentlichte und jährlich neu aufgelegte Hype Cycle stellt dar, welche Phasen der öffentlichen Aufmerksamkeit eine neu aufkommende Technologie durchläuft [Linden & Fenn 2003, S. 5]. Der Hype Cycle stellt somit einen Überblick der relativen Marktreife der Technologien in einer bestimmten Domäne dar und dient als Trendbarometer. Er bietet demnach nicht nur eine Scorecard³², um Hype von der Realität zu trennen, sondern auch Modelle, die Unternehmen dabei helfen, zu entscheiden, wann sie eine neue Technologie annehmen sollten [Linden & Fenn 2003, S. 1; O'Leary 2008, S. 240]. Der Hype Cycle wird für viele verschiedene Bereiche herausgebracht und umfasst im Jahr 2014 mehr als 2000 Technologien in 119 Bereichen [Gartner 2014b].

Die Darstellung erfolgt in einem Diagramm. Dabei wird auf der y-Achse die Erwartung an die Technologie aufgetragen und auf der x-Achse die Zeit bzw. die Phase, in der sich die Technologie befindet [Linden & Fenn 2003, S. 5]. Hinsichtlich der Erwartungen an die Technologien definiert Gartner fünf verschiedene Phasen [Kreutzer 2015, S. 3f]. Der erste Abschnitt der Kurve stellt dabei die übertriebene Erwartung dar. Diese Erwartung wird vor allem durch die Medien getrieben, die über die möglichen Perspektiven der Technologie spekulieren. Der zweite Teil der Kurve wird vorrangig durch Leistungssteigerungen der Technologie und einer Wachstumsannahme getrieben [Linden & Fenn 2003, S. 5]. Zu dem Verlauf wird über die Farbe des aktuellen Punktes, an dem sich die Technologie befindet, signalisiert, wie lange sie voraussichtlich noch braucht, bis das Plateau der Produktivität bzw. die Marktreife erreicht ist.

Abbildung 14 stellt die Entwicklung des Begriffs *Context-enriched Services* im Verlauf des *Gartner Hype Cycles for E-Commerce* von der Aufnahme im Jahr 2009 bis zum Jahr 2014 dar.

Die Abbildung zeigt, dass kontextorientierte Dienste in den letzten Jahren im IT-Bereich große Aufmerksamkeit erzeugt haben. Von 2009 bis 2010 befanden sie sich laut Gartner in der Phase des technologischen Impulses. Die Dauer bis zur Marktreife und dem breitem Einsatz dieser Dienste wurde in diesem Zeitraum auf 5-10 Jahre geschätzt. Von 2011 bis 2014 wurden die kontextorientierten Dienste von Gartner in die Phase des Höhepunktes der überzogenen Erwar-

³¹ Wie in Kapitel 3.4.1 beschrieben, ist der Begriff *Context-enriched Service* synonym zu kontextorientiertem Dienst zu verwenden.

³² Hauptsächlich im Risikomanagement eingesetztes statistisches Instrument zur Einschätzung von Risikoparametern.

tungen eingeordnet. Seit 2013 wurde die Dauer bis zur Marktreife auf zwei bis fünf Jahre angepasst.

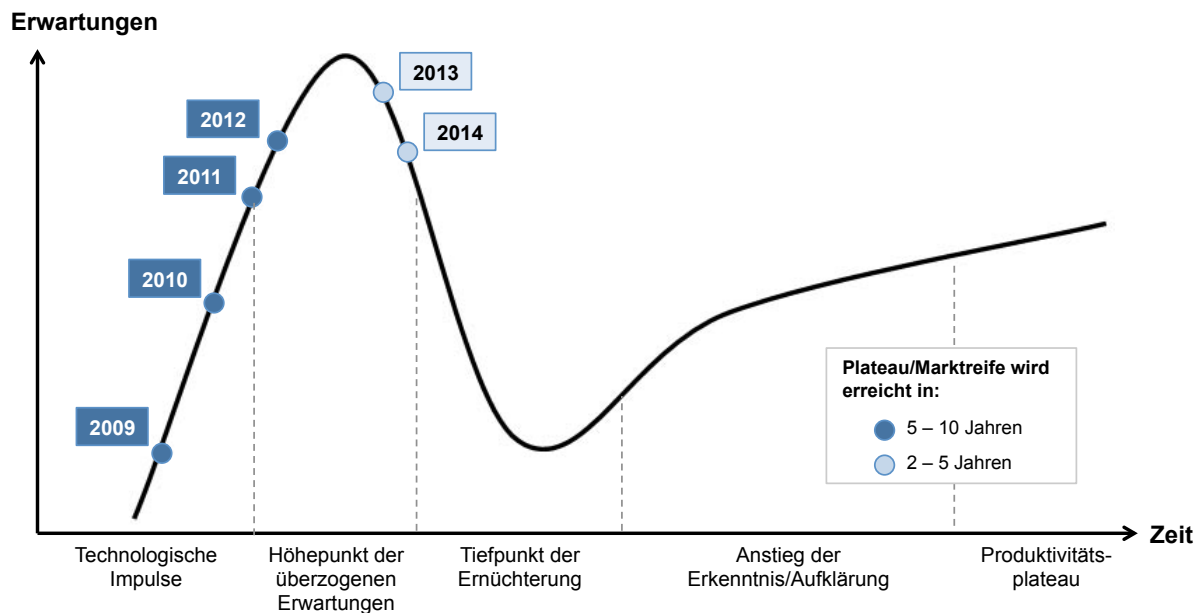


Abbildung 14: Entwicklung von "Context-enriched Services" im Gartner Hypecycle
Darstellung von 2009 bis 2014 (in Anlehnung an Gartner Hype Cycle for E-Commerce 2009-2014)

Wie bereits in der Einleitung erwähnt, prognostiziert Gartner zudem in einem Bericht aus dem Oktober 2014 einen zukünftigen Schwerpunkt bei Bedürfnisdeckung der mobilen Nutzer in unterschiedlichen Kontexten und Umgebungen und gibt *kontextorientierte Systeme* und *Computing Everywhere* als zwei der zehn wichtigsten strategischen Technologietrends für das Jahr 2015 aus. [Gartner 2014a] Es ist demnach davon auszugehen, dass diese Dienste in absehbarer Zeit in verstärktem Ausmaß in vielen mobilen IT-Systemen, wie Fahrzeugen oder Wearables³³, eingesetzt werden und nicht nur in einfacher Form bei Smartphone-Applikationen zum Einsatz kommen.

3.5 Ortsbezogene Dienste

In Veröffentlichungen im Bereich Mobile Computing bzw. Ubiquitous Computing wird vorrangig der Parameter *Ort* verwendet, um den Kontext zu beschreiben und kontextorientierte Dienste umzusetzen [Schmidt et al. 1998, S. 893]. Obwohl der Kontext aus mehr als nur dem Ort des

³³ Als Wearables werden kleine Computer bezeichnet, die der Nutzer am Körper trägt. Dies kann beispielsweise am Handgelenk erfolgen wie bei Smartwatches (z.B. Apple Watch) oder am Kopf wie bei Smart Glasses (z.B. Google Glass). [Lucero et al. 2015, S. 2438]

Nutzers besteht, wird dieser vorrangig verwendet, da er leichter zu erfassen ist als andere Parameter und der Ortswechsel zu einer wesentlichen Änderung des Kontextes beiträgt [Kaasinen 2003, S. 70]. Somit stellt der Ortskontext auch die Grundlage für viele weitere sekundäre Kontextfaktoren.

3.5.1 Definition

Diese spezielle Form der kontextorientierten Dienste, die die geografische Position des Nutzers verwenden, sind die *ortsbezogenen* oder *standortbasierten Dienste*. Die ortsbezogenen Dienste werden im Englischen häufig als *Location-based Services (LBS)* bezeichnet [Junglas & Watson 2008, S. 66]. Weiterhin werden die Begriffe Location-aware Services, Location-related Services und Location Services synonym verwendet [Küpper 2005, S. 1]. Dieser Arbeit soll der Begriff *ortsbezogenen Dienste*³⁴ zugrunde liegen.

Die steigende Mobilität von Personen – speziell die immer wichtigere Freizeitmobilität – wird durch die ortsbezogenen Dienste unterstützt und gefördert [Timpf 2008, S. 70].

Der Begriff des LBS wird bereits seit den 1970er Jahren geprägt und geht auf die Einführung des Global Positioning Systems (GPS) durch das US Verteidigungsministerium zurück. Es handelt sich dabei um eine Satelliteninfrastruktur, die dazu dient Personen und Objekte zu orten. In den 1980er Jahren entschied die US-Regierung, die Positionsdatenbereitstellung des Systems für Endverbraucher freizugeben. [Spiekermann 2004, S. 10] Die zunehmende Verbauung von GPS-Sensoren in mobilen Endgeräten und die dadurch bedingte Popularität von GPS haben dazu geführt, dass viele LBS entwickelt wurden [Mehra 2012, S. 13]. Daher ist es verständlich, dass der Duden die Location-based Services als *standortbezogene Dienste bei Mobiltelefonen* [Dudenredaktion 2005, S. 608] bezeichnet.

Eine ausführlichere Definition bietet Spiekermann (2004). Sie definiert LBS als Dienste, die Positionsdaten bzw. den Ort des Mobilgeräts mit weiteren Informationen zusammenführen, so dass sie einen Mehrwert für den Nutzer bieten [Spiekermann 2004, S. 10].

“Location services can be defined as services that integrate a mobile device’s location or position with other information so as to provide added value to a user.” [Spiekermann 2004, S. 10]

LBS haben grundlegend immer drei Aktivitäten, die ausgeführt werden. Diese Aktivitäten sind: 1. Erfassung der Position des Nutzers des mobilen Endgeräts, 2. Erstellung eines Dienstes ba-

³⁴ Aufgrund der weit verbreiteten Verwendung der Abkürzung *LBS* sowohl im englischsprachigen wie auch deutschsprachigen Raum, wird sie auch für den deutschen Begriff der ortsbezogenen Dienste dieser Arbeit verwendet.

sierend auf der aktuellen Position des Nutzers, 3. Ausgabe der Informationen des Dienstes an den Nutzer (siehe Abbildung 15). [Reichwald 2002, S. 422]



Abbildung 15: Aktivitäten bei LBS
(in Anlehnung an [Reichwald 2002, S. 422])

3.5.2 Klassifikation ortsbezogener Diensten

Nach Küpper (2005) können LBS in reaktive und proaktive Dienste eingeteilt werden. Ein *reaktiver Dienst* wird dabei explizit durch den Nutzer ausgelöst und es erfolgt eine Interaktion zwischen Nutzer und Dienst. *Proaktive Dienste* werden hingegen automatisch aktiv, sobald eine vordefinierte Position erreicht wird bzw. ein Ortsereignis auslöst. Im Gegensatz zu reaktiven LBS, bei denen der Nutzer nur einmal nach einer Interaktion mit dem System geortet wird, muss der Nutzer bei einem proaktiven LBS permanent geortet und getrackt werden, um Ortsereignisse auslösen zu können. [Küpper 2005, S. 3] Schiller & Voisard (2004) bezeichnen diese Dienste als Push- bzw. Pull-Dienste [Schiller & Voisard 2004, S. 18f].

Schiller & Voisard (2004) unterteilen LBS zudem in nutzerorientierte LBS und geräteorientierte LBS. *Nutzerorientierte LBS* umfassen alle Anwendungen, die nutzerbasiert sind. Hier liegt der Anwendungsschwerpunkt darin, eine Person zu navigieren oder die Ortsdaten einer Person zu verwenden, um den Dienst zu verbessern. Der Anwender kann den Dienst hierbei normalerweise steuern. *Geräteorientierte LBS* können auch die Position des Nutzers verwenden, aber sie benötigen sie nicht zwingend. Statt einer einzelnen Person können auch Objekte (z.B. ein Fahrzeug) oder eine Gruppe von Personen (z.B. eine Flotte) geortet werden. Bei geräteorientierten LBS steuert der Anwender normalerweise nicht den Dienst. [Schiller & Voisard 2004, S. 18]

Eine allgemeingültige Klassifikation von Diensten innerhalb der LBS existiert laut Bauer et al. (2005) nicht. Sie schlagen daher eine Unterteilung nach dem Hauptnutzen für den potenziellen Anwender vor. Sie unterteilen die LBS dementsprechend in Tracking Services, Navigation Services, Information Services, Communication Services, Entertainment Services und Transaction Services (siehe Abbildung 16). [Bauer et al. 2005, S. 212f; Giaglis et al. 2003, S. 66ff]

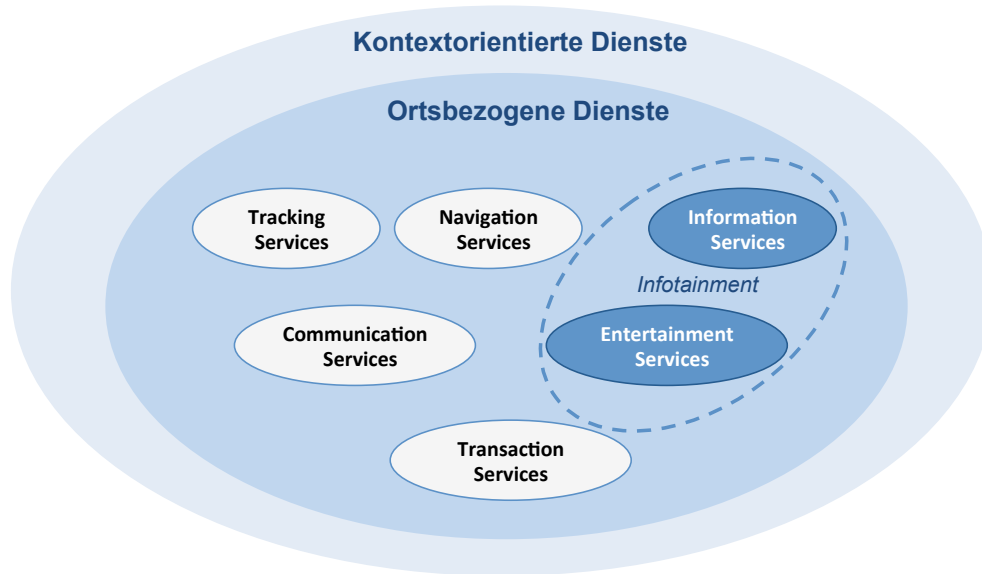


Abbildung 16: Einordnung und Kategorien von LBS
(in Anlehnung an [Bauer et al. 2005, S. 213; Küpper 2005, S. 2])

In dieser Arbeit liegt der Schwerpunkt bei den Information und Entertainment Services, die vereint in einem System auch als *Infotainment Services* bezeichnet werden. Auf Infotainment in Fahrzeugen wird vertiefend in Kapitel 4.1.2 eingegangen.

3.5.3 Ortsbezogene Dienste im Fahrzeug

Bei Autofahrern kann die Position des Nutzers mit der Position des Fahrzeugs gleichgesetzt werden. Hier bietet sich neben der Möglichkeit den Nutzer selbst über sein Engerät zu orten auch die Möglichkeit an, das Fahrzeug des Nutzers zu orten.

Wie bereits in der Einleitung erwähnt, reicht für die Bereitstellung kontextorientierter bzw. ortsbezogener Inhalte auf Smartphones häufig der aktuelle Standort des Nutzers aus. Für Anwendungen im Fahrzeug ist jedoch der zukünftige Aufenthaltsort bzw. der vorausliegende Streckenverlauf und das Fahrtziel von zentraler Bedeutung, da der aktuelle Ort nach wenigen Sekunden bereits der Vergangenheit angehört [Di Lorenzo et al. 2009, S. 1]. Dieser vorausliegende Streckenverlauf wird in der vorliegenden Arbeit als *Informationshorizont* bezeichnet.

“Der Informationshorizont beschreibt eine Vorausschau auf den bevorstehenden Streckenverlauf sowohl in geografischer als auch in zeitlicher Hinsicht. Er bietet somit die Grundlage zur Ermittlung weiterer zukünftig relevanter Kontextparameter, wie Zielort, Fahrtdauer oder Fahrtmission.”
(eigene Definition in Anlehnung an [Spiekermann 2004])

Der Informationshorizont bietet somit die Grundlage für eine kontextorientierte Anpassung von Informationen und Entertainment im Fahrzeug. Die Abbildung 17 zeigt den Informationshorizont einer vorliegenden Fahrtstrecke eines Nutzers auf.

Der Informationshorizont wird hier beispielsweise genutzt, um für den Fahrer relevante ortsbezogene Informationen auszuwählen und anzuzeigen. Dies können Informationen zu Restaurants oder Hotels entlang der Strecke sein. Diese Informationen werden beispielsweise aus Onlineportalen oder sozialen Netzwerken entnommen und mit weiteren Informationen, wie Öffnungszeiten oder Nutzerbewertungen angereichert werden. Weiterhin kann die Musikeinspielung im Fahrzeug an den vorliegenden Informationshorizont angepasst werden. So kann das Umfeld der Strecke anhand des Informationshorizonts bestimmt werden und als Grundlage für eine gezielte Musikeinspielung dienen.

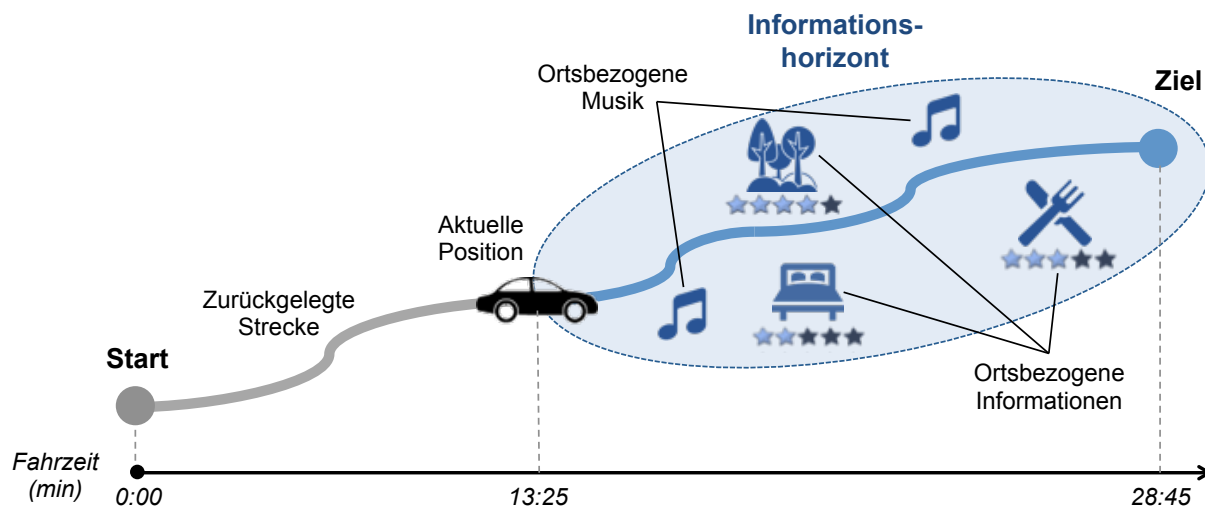


Abbildung 17: Visualisierung des Informationshorizonts einer Fahrtstrecke

Die Bestimmung und Anwendung des Informationshorizonts wird in Kapitel 6.1 bei der Vorstellung des entwickelten Prototyps CARLA näher betrachtet.

“Music is moving away from genres — People don’t search for Hip Hop or Country anymore, but rather they search around activities or a particular experience.”

Daniel Ek (2015)³⁵

4 Musikwiedergabe im Fahrzeug

Dieses Kapitel befasst sich mit den Diensten im Fahrzeug. Nach einer Definition von Automotive Services wird speziell auf Infotainment im Fahrzeug eingegangen. Anschließend werden die Besonderheiten des Fahrkontextes vorgestellt, bevor auf die Fahrmission, das Fahrerprofil, die Fahrsituation und das Fahrerbedürfnis eingegangen wird.

4.1 Technische Rahmenbedingungen zur Musikwiedergabe im Fahrzeug

4.1.1 Automotive Services

Individuell zugeschnittene Dienstleistungspakete rund um das Automobil selbst gewinnen als Differenzierungsmerkmal beim Autokauf eine immer größere Bedeutung. Zukünftig werden 80 Prozent der Automobilinnovationen softwarebasiert sein [Reichwald et al. 2007, S. 3]. Zudem hat sich der Speicherbedarf für einen gut ausgestatteten Oberklassewagen von einem Megabyte (MB) 1995 auf ca. einen Gigabyte (GB) 2010 vervielfacht [Durisic et al. 2011, S. 10; Honsig 2005, S. 52].

Diese mobilen softwarebasierten Mehrwertapplikationen im Fahrzeug werden auch als *Automotive Software* oder *Services* bezeichnet [Reichwald et al. 2007, S. 3]. Die folgende Definition der Automotive Services nach Schlachtbauer et al. (2010) soll dieser Arbeit zugrunde liegen.

Automotive Services sind „Funktionen im Automobil, welche nicht unmittelbar zum Führen eines Fahrzeugs notwendig sind. [...] [Sie] resultieren oft aus einer Kombination, Erweiterung und Verallgemeinerung der Grundfunktionen aus Rundfunk, Telekommunikation und Datenverarbeitung.“
[Schlachtbauer et al. 2010, S. 31f]

³⁵ Daniel Ek (* 21.02.1983) ist ein schwedischer Entrepreneur und Technologe. Er ist der Gründer und CEO des Musikstreamingdienstes Spotify (siehe www.spotify.com/de/).

Die Integration von smartphonebezogenen Informationen und Applikationen in das Automobil kann somit im Allgemeinen als Automotive Service gelten. Dabei sind die einzelnen übertragenen Applikationen des Smartphones und ihrer Inhalte zur Wiedergabe über die vorhandenen Hardwareschnittstellen im Fahrzeug für sich bereits Automotive Services. Es ist also folgerichtig, bei Mobile Services vor dem Hintergrund einer Smartphone-Integration in das Automobil von Automotive Services zu sprechen. Das Beratungsunternehmen Mercer Management Consulting hat in einer Studie ein Spektrum an mobilen Dienstleistungen erhoben, welche sich zur Nutzung im Automobil eignen [Dannenberg 2004, S. 33].

Diese Automotive Services können zu Dienstkategorien zusammengefasst werden. Abbildung 18 zeigt eine dreistufige Klassifikation dieser Automotive Services anhand ihrer Relevanz für die Fahraufgabe – ausgehend vom Zentrum.

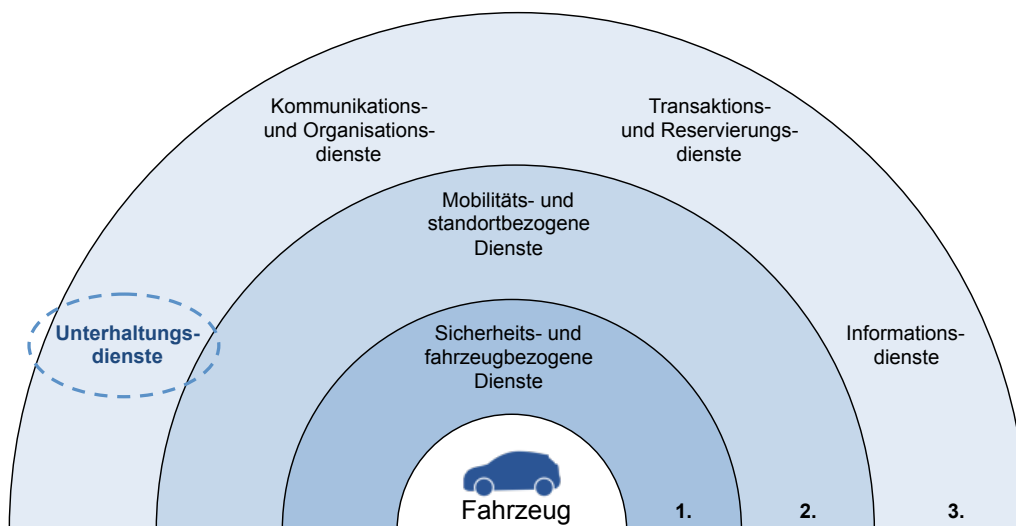


Abbildung 18: Klassifikation von Automotive Services
(In Anlehnung an [Bauer et al. 2009, S. 188; Ehmer 2002, S. 469])

Deutlich werden hier insgesamt sechs Dienstkategorien: Sicherheits- und fahrzeugbezogene Dienste, mobilitäts- und standortbezogene Dienste, Unterhaltungsdienste, Kommunikations- und Organisationsdienste, Transaktions- und Reservierungsdienste, sowie Informationsdienste [Bauer et al. 2009, S. 187]. Die zunehmende Komplexität der Software im Fahrzeug wirkt sich auf alle Dienstkategorien aus. Besonders bei sicherheits- und fahrzeugbezogenen Diensten ist daher ein effizientes und effektives Testen dieser Software erforderlich, um die Softwarequalität sicherzustellen. [Lachmann & Schaefer 2014, S. 2181]

In dieser Arbeit werden vorrangig die Unterhaltungsdienste in Form von Musikwiedergabe im Fahrzeug betrachtet. Bei diesen Diensten sollten Softwarefehler ebenfalls vermieden werden, es existieren aber nicht vergleichbar hohe Softwarequalitätsansprüche. Da diese Dienste sich in modernen Fahrzeugen in das Infotainmentsystem integrieren, wird im nächsten Kapitel das Infotainment im Fahrzeug näher betrachtet.

4.1.2 Infotainment im Fahrzeug

Das Wort *Infotainment* besteht aus den Wörtern *Information* und *Entertainment* (Unterhaltung). Durch die immer größere Bedeutung von Fahrerassistenzsystemen sind die Elemente Fahrzeugfunktionen und Infotainment miteinander verschmolzen [Meroth & Tolg 2007, S. 1].

Es bildet einen ganz eigenen Bereich in der Fahrzeugelektronik und fordert umfangreiche Software, angefangen von der Navigation, der Unterhaltung bis zum Steuern der externen Kommunikation. [Broy et al. 2011, S. 3]

Abbildung 19 zeigt die vier Bereiche des Infotainments im Fahrzeug nach Meroth & Tolg (2007) auf und gibt an, welche Funktionen diese Bereiche umfassen.

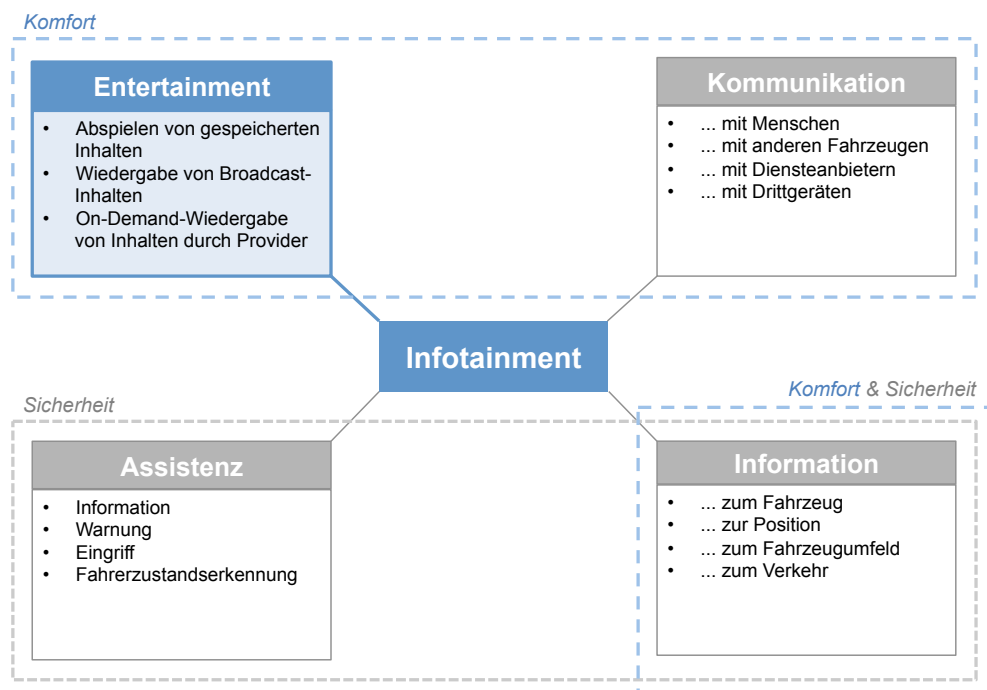


Abbildung 19: Bereiche des Infotainments im Fahrzeug
(in Anlehnung an [Meroth & Tolg 2007, S. 1])

Diese Bereiche sind *Entertainment*, *Information*, *Assistenz* und *Kommunikation*. Diese vier Bereiche lassen sich zudem den Oberkategorien *Komfort* und *Sicherheit* zuordnen. Der für

diese Arbeit relevante Bereich des Entertainments ist blau hinterlegt. Die weiteren Bereiche sind grau gekennzeichnet und werden in dieser Arbeit nicht weiter betrachtet.

Für das Infotainment im Fahrzeug ist das *Infotainmentsystem* (ITS) verantwortlich. Es wird im englischsprachigen Raum häufig als In-Vehicle-Infotainment (IVI) oder In-Car-Infotainment bezeichnet [Heikkinen et al. 2013, S. 137]. Braess (2013) definiert das Infotainmentsystem im Fahrzeug wie folgt.

“Unter einem Infotainmentsystem versteht man im Automobilbereich ein System von Komponenten, welches verschiedene Funktionen im Bereich Komfort oder Sicherheit bereitstellt. [...] [Es] ermöglicht die zentrale Steuerung dieser Bereiche mit den jeweiligen Unterfunktionen und zeigt weiterhin verschiedene Status-, Fahrzeug- und Statistikinformationen an.” [Braess 2013, S. 910]

Das ITS bezeichnet dementsprechend das zentrale Ein- und Ausgabegerät des Fahrzeugs, welches das Infotainment an die Fahrzeuginsassen ausliefert. Es umfasst alle Funktionen, die für die audiovisuelle Kommunikation des Fahrzeugs mit den Fahrzeuginsassen verantwortlich sind. [Alt 2009, S. 7; Braess 2013, S. 910]

Bei den ITS lässt sich zwischen *geschlossenen Systemen* und *offenen Systemen* unterscheiden. Die geschlossenen Systeme sind derzeit noch der Standard auf dem Markt. Sie sind nicht für die Erweiterung durch Apps offen. Dies bedeutet, dass die Funktionalität des Gerätes über die Lebensdauer nicht erweitert werden kann. Im Gegensatz dazu können die offenen Systeme mit Hilfe von Apps bei Bedarf in ihrem Funktionsumfang erweitert werden. Für diese Art von Infotainmentsystemen ist für die nächsten Jahre ein rasantes Wachstum vorhergesagt. [Braess 2013, S. 910f]

4.1.2.1 Entertainment

Unter *Entertainment* sind alle Medien zu verstehen, die den Fahrer während der Autofahrt unterhalten. Wie in Abbildung 20 zu sehen, lassen sich die Entertainmentdienste nach Medienart in Audio- und Videodienste unterteilen [Bauer et al. 2009, S. 190]. Im Videobereich geht die Entwicklung neben vorhandenen DVD-Abspielgeräten und der Möglichkeit, Spielekonsolen anzuschließen in Richtung Videoempfang [Alt 2009, S. 10]. Der Videobereich soll in dieser Arbeit jedoch nicht weiter betrachtet werden und wurde daher grau markiert. Im Audibereich lässt sich grundlegend zwischen gesprochenen Inhalten³⁶ und Musik unterscheiden. Diese Inhalte – hier speziell die Musik – können über den Rundfunk empfangen werden, wie beim klassischen

³⁶ Hiermit sind beispielsweise Nachrichtensendungen, Wetterberichterstattung, Comedyinhalte oder Hörspiele gemeint.

UKW-Autoradio. Zudem kann die Wiedergabe von Musik über lokale Speichermedien erfolgen. Die klassischen Speichermedien in Form von Kassetten und Audio-CDs werden zunehmend durch moderne Speichermedien, die mit der Verbreitung von MP3-Dateien³⁷ Einzug hielten, ersetzt. Außerdem kann z.B. ein Smartphone, Tablet oder iPod mit lokal gespeicherter Musik über Kabel oder Bluetooth³⁸ gekoppelt werden und somit als Abspielmedium dienen. [Alt 2009, S. 10; Meroth & Tolg 2007, S. 2]

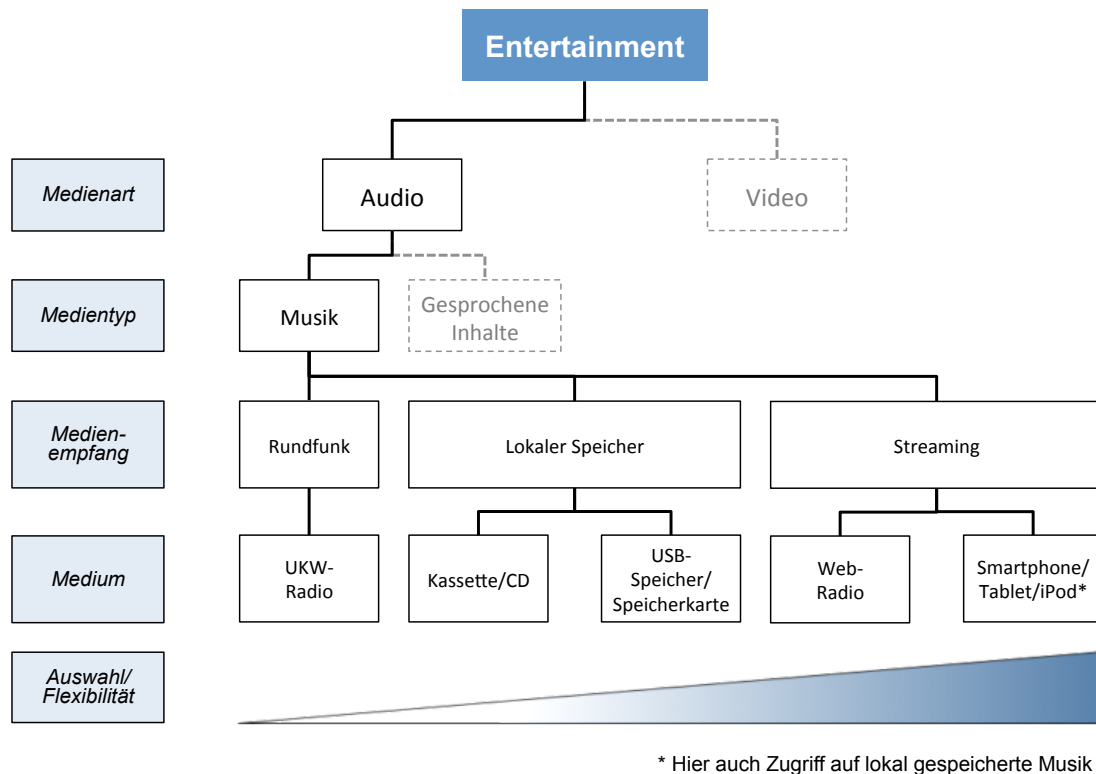


Abbildung 20: Klassifikation von Entertainment im Fahrzeug

(in Anlehnung an [Alt 2009, S. 10; Bauer et al. 2009, S. 190; Meroth & Tolg 2007, S. 2])

Diese mobilen Endgeräte können dank vorhandener Internetkonnektivität auch genutzt werden, um auf Musikstreamingangebote wie Spotify oder last.fm zugreifen zu können. Auch moderne Radios mit Internetempfang – sogenannte Internet- oder Webradios – bieten die Möglichkeit auf ein sehr breites Spektrum an Webradiodiensten zuzugreifen.

³⁷ Die Bezeichnung MP3 (MPEG-1 Audio Layer III) stammt von der Dateinamenserweiterung entsprechender Audio-dateien und bezeichnet eigentlich ein Verfahren zur verlustbehafteten Kompression digital gespeicherter Audioda-ten.

³⁸ Bluetooth bezeichnet einen entwickelten Industriestandard zur drahtlosen Datenübertragung zwischen Geräten über kurze Distanz.

Zunehmende Internetkonnektivität im Fahrzeug führt dazu, dass auch direkt über das Infotainmentsystem auf Streamingangebote zurückgegriffen werden kann [Bauer et al. 2009, S. 190]. Von dem klassischen Radio mit einer begrenzten Senderauswahl und festem Programm über lokale Speichermedien, die selbst zusammengestellt werden können, bis hin zu modernen Musikstreamingdiensten mit Millionen von Musiktiteln, steigt die Möglichkeit der Auswahl und Personalisierung durch den Nutzer (siehe Abbildung 20 unterer Balken).

4.1.2.2 Integration des Smartphones im Fahrzeug

Die Nutzung von Infotainment und speziell Entertainment erfolgt außerhalb des Fahrzeugs mittlerweile häufig über mobile Endgeräte, wie Smartphone oder Tablet. Im Fahrzeug übernimmt diesen Bereich das Radio oder Infotainmentsystem. Zunehmend wird jedoch auch das mobile Endgerät integriert und in unterschiedlicher Weise genutzt. [Heikkinen et al. 2013, S. 138; Sonnenberg 2010, S. 162]

Mobile Endgeräte bieten meistens eine bessere User Experience, weshalb die ITS einem Wandel unterworfen werden. Sie benötigen eine höhere Konnektivität und müssen zudem offener für den Datenaustausch werden. [Shiraishi 2013, S. 3]

Nach Diewald et al. (2011) gibt es sieben verschiedene Möglichkeiten, das Smartphone in das Fahrzeug zu integrieren [Diewald et al. 2011, S. 2ff; Lindemann et al. 2014, S. 31f]. Diese werden folgend speziell unter dem Aspekt des Entertainment betrachtet und herausgearbeitet. Abbildung 21 stellt die sieben *Integrationsmethoden* dar und gibt zudem an, welche Funktionen jeweils die beiden Anwendungssysteme *Infotainmentsystem* und *mobiles Endgerät* übernehmen.

		Integrationsmethode						
		1	2	3	4	5	6	7
		Mobiles Endgerät als Haupteinheit	Mobiles Endgerät als Verarbeitungssystem	Mobiles Endgerät als erweiterte Anzeige	Mobiles Endgerät als Steuergerät	Mobiles Endgerät als Datenquelle	Mobiles Endgerät als Konfigurationsquelle	Mobiles Endgerät zur Internetverbindung
Anwendungssystem	Mobiles Endgerät	Ein- und Ausgabe von Informationen und Musik	Anbindung der Applikationen an IS, Übertragung der Musik an IS	Zusätzliche Ausgabe der Inhalte, keine Eingabe	Zusätzliches Gerät zur reinen Eingabe (Fernsteuerung)	Lediglich Bereitstellung von Musik	Lediglich Bereitstellung von Nutzerprofilen/-präferenzen	Lediglich Bereitstellung der Internetverbindung
	Infotainmentsystem (ITS)	Bindeglied zu internen Lautsprechern, Bereitstellung von Fahrzeugdaten	Angepasste Darstellung der Anwendung, Ein- und Ausgabe	Eigenständiges Gerät zur Ein- und Ausgabe	Eigenständiges Gerät zur Ein- und Ausgabe	Eigenständiges Gerät zur Ein- und Ausgabe	Eigenständiges Gerät zur Ein- und Ausgabe	Eigenständiges Gerät zur Ein- und Ausgabe

Abbildung 21: Integrationsmethoden des Smartphones im Fahrzeug
(in Anlehnung an [Diewald et al. 2011, S. 4])

1. Das mobile Endgerät dient als Haupteinheit zur Ausgabe von Musik und Informationen. Ein- und Ausgabe erfolgen demnach über das mobile Gerät. Das ITS des Fahrzeugs liefert höchstens Fahrzeuginformationen an das mobile Gerät oder dient als Bindeglied zu den fahrzeuginternen Lautsprechern. Nachteilig stellt sich hierbei die Interaktion mit dem mobilen Endgerät dar. Vorteil ist jedoch das breite Angebot an Anwendungen, die verfügbar sind.
2. Das ITS dient als Steuergerät zur Ein- und Ausgabe. Das mobile Endgerät liefert die Musik und Informationen über die eigenen Applikationen an das ITS. Dort werden die Anwendungen entsprechend angepasst dargestellt und die Daten wieder ausgegeben. Zudem werden die Eingaben am ITS getätigt und an das mobile Endgerät weitergeleitet, wo die Verarbeitung erfolgt. Hierbei liegt der Nachteil in einer geringeren Anzahl an Applikationen, die diese Form der Nutzung auf dem ITS erlaubt. Vorteilhaft ist hingegen die einfachere und fahrzeuggerechte Bedienung und Darstellung über das ITS.
3. Das mobile Endgerät kann auch als erweiterte Anzeige genutzt werden, wenn es mit einem vollständigen und eigenständigem Fahrzeuginfotainmentsystem verbunden ist. Es kann sowohl genutzt werden, um den gleichen Inhalt wie das ITS darzustellen oder aber auch unterstützende Inhalte zu liefern. Vorteil hierbei wäre die Nutzung des ITS losgelöst vom mobilen Endgerät.
4. Die Integration des mobilen Endgeräts kann auch als reines Eingabegerät erfolgen. Dabei würde beispielsweise die Musikanwendung auf dem ITS laufen und das Smartphone würde als erweiterte Fernbedienung dienen. Dadurch könnten sowohl Beifahrer als auch Personen auf der Rücksitzbank die Musikeinspielung bedienen.
5. Das mobile Endgerät kann auch als reines Inputmedium für Inhalte genutzt werden, wenn es sich um ein vollständiges ITS handelt. Dann würde lediglich die Musik vom Smartphone bereitgestellt werden und die Eingabe sowie Ausgabe erfolgt ausschließlich über das ITS des Fahrzeugs. Zudem wäre das ITS in diesem Fall nicht von dem Smartphone abhängig und würde auch ohne dieses funktionieren.
6. Eine weitere Möglichkeit ist das reine Bereitstellen von Einstellungen und Profilinformatoren des mobilen Endgeräts für das ITS. Dabei würden zum Beispiel die Lieblingssender oder Musikpräferenzen vom Nutzerprofil des Smartphones im ITS genutzt werden, um Musiksender zu speichern oder auszuwählen. Auch hierbei wäre es möglich, das ITS komplett ohne das Smartphone zu nutzen.

7. Letztendlich kann das Smartphone lediglich dazu genutzt werden, um dem Fahrzeuginfotainmentsystem die Internetverbindung bereitzustellen. Hierdurch wäre es möglich, über die fahrzeuginternen Musikapplikationen Musik aus dem Internet zu streamen. [Diewald et al. 2011, S. 4]

4.1.2.3 Aktuelle Infotainmentsysteme im Fahrzeug

Wie im vorherigen Kapitel dargestellt, gibt es gegenwärtig verschiedene Möglichkeiten, das Infotainmentsystem und Smartphone miteinander zu nutzen. Es wird jedoch weiterhin diskutiert, welche Funktionen ein ITS im Fahrzeug mitbringen sollte und wie das GUI zu gestalten ist, damit es einerseits möglichst einfach und sicher ist und andererseits die Benutzung Spaß macht [Kun et al. 2013, S. 1]. Derzeit wird die Radio- und Navigationsfunktion meist fest im System des Autos integriert, weitere Anwendungen stehen entweder direkt über das Infotainmentsystem zur Verfügung oder werden über eine Kabel- oder Bluetooth-Verbindung mit dem mobilen Endgerät ermöglicht. So kann die Musikbibliothek des Smartphones genutzt oder Musikstreamingdienste über das Smartphone erreicht werden.

Laut einer Studie von ABI Research wird es bis zum Jahr 2017 weltweit 60,1 Prozent *vernetzte Autos* geben. In den USA und Westeuropa wird sogar mit einem Anteil von 80 Prozent gerechnet. Vernetzte Autos verfügen zum Beispiel über integriertes Internet oder der Möglichkeit, sich mit einem Smartphone zu vernetzen. Autohersteller zeigen besonderes Interesse an der Vernetzung von Automobilen, um die passive und aktive Sicherheit zu steigern und einen Mehrwert im Infotainmentbereich generieren zu können. [ABIRESEARCH 2012]

Durch diesen Anteil wird das Marktpotenzial dieser Systeme von 2015 bis 2020 von von ca. 32 Milliarden auf etwa 115 Milliarden Euro anwachsen [pwc 2014]. Dabei treffen jedoch auch die Interessen und Kernkompetenzen der Automobil-OEMs und der großen Unternehmen der digitalen Industrie aufeinander [Erdle 2014, S. 42]. So werden neben den Systemen der Automobilhersteller auch Ansätze von den großen Anbietern der Betriebssysteme mobiler Endgeräte entwickelt, die langsam ihren Weg in die Fahrzeuge finden (siehe Abbildung 22).

Die ITS-Ansätze der OEMs verfolgen eine automobilzentrierte Entwicklung. Hier wird das Userinterface und die Funktionalität vom Automobilhersteller geliefert. Die herstellerübergreifenden Ansätze verfolgen hingegen eine smartphonezentrierte Entwicklung. Dabei ist das GUI an die bereits existierenden Smartphonevarianten angelehnt und den Nutzern bekannt. Zudem lässt sich die Funktionalität einfach durch die Installation weiterer Apps erweitern. So können Musikstreamingdienste wie Spotify oder Deezer einfach in das System integriert und neue Funktionen per Update eingespielt werden.

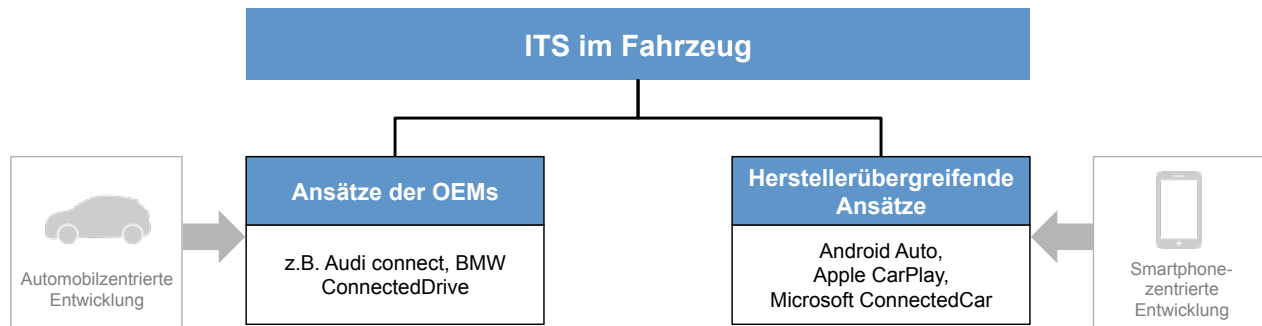


Abbildung 22: Unterteilung von ITS im Fahrzeug

Es zeichnet sich ab, dass es neben den Systemen der OEMs zukünftig auch herstellerübergreifende Ansätze gibt, die bei allen Fahrzeugen einheitlich von Design und Bedienung sind und zudem viele Applikationen vom Smartphone in das Fahrzeug bringen. Eine Koexistenz OEM-basierter Systeme sowie herstellerübergreifender Ansätze erscheint denkbar. So können die Automobilhersteller ihre eigenen Systeme einsetzen und parallel einen herstellerübergreifenden Ansatz der Nutzung über ein Smartphone ermöglichen sobald dieses gekoppelt wird. Hierdurch würde das ITS anschließend in den entsprechenden Modus wechseln.

4.1.2.3.1 ITS-Ansätze der Automobilhersteller

Die Automobilhersteller bieten neben ihren Infotainmentsystemen häufig auch eigene Applikationen an, die zur Kommunikation des Smartphones mit dem Infotainmentsystem dienen. So kann neben einer einfachen Übertragung von lokal gespeicherter Musik beispielsweise auch auf Webradiodienste zugegriffen werden. Der Markt ist mittlerweile sehr breit und fast jeder Automobilhersteller versucht den Kunden samt seiner mobilen Endgeräte in das Fahrzeug zu integrieren.

Beispielhaft sei hier das System von Audi genannt. Der Fahrzeughersteller Audi hat im Jahr 2013 eine Lösung für ein vernetztes Auto präsentiert. Der Dienst zur Integration verschiedener internetbasierter Funktionen läuft unter dem Namen *Audi connect*³⁹.

Zur Nutzung von Audi connect wird unter anderem das optional erhältliche Infotainmentsystem MMI Navigation plus vorausgesetzt. Im Bereich der digitalen Musikdienste steht die App *Audi music stream*⁴⁰ zur Verfügung, mit der auf die lokal auf dem Smartphone gespeicherten Musik und eine Vielzahl verschiedener Webradio-Stationen zugegriffen werden kann. Audi music

³⁹ Siehe www.audi.de/de/brand/de/neuwagen/layer/audi-connect-lp.html.

⁴⁰ Siehe www.audi.de/de/brand/de/kundenbereich/apps/pool/audi-music-stream.html.

stream muss dafür auf dem Smartphone installiert sein, welches wiederum via WLAN mit der MMI Navigation plus gekoppelt sein muss und als Internetverbindung für den Zugriff auf Webradiosender dient (siehe Abbildung 23). [Audi 2014] Diese Integration des Smartphones als reine Datenquelle entspricht der fünften Variante nach Diewald in Abbildung 21.

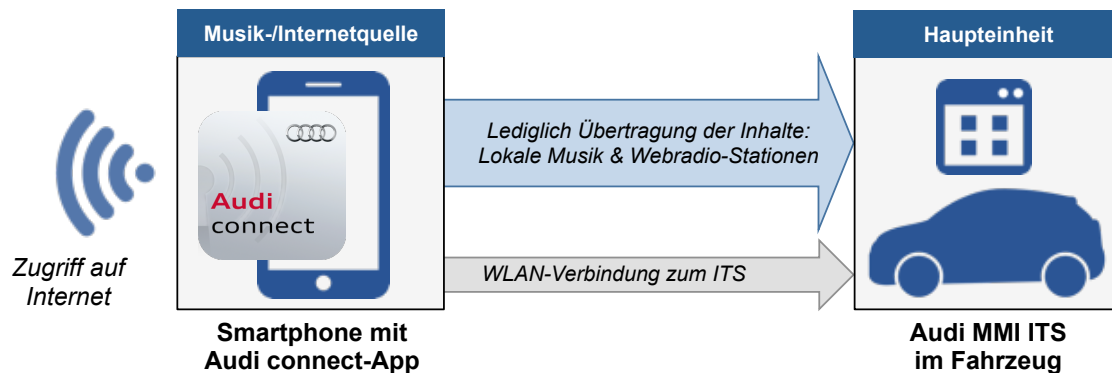


Abbildung 23: Musikübertragung zwischen Smartphone und Audi ITS

Audi stellt wie viele andere Automobilhersteller kein SDK bereit, damit Entwickler ihre Applikationen an die Schnittstellen des MMI Infotainmentsystems anpassen können. Somit stehen neben der App Audi music stream keine weiteren Applikationen digitaler Musikdienste zur Verfügung. Abbildung 24 stellt die Bedienoberfläche des ITS und der Smartphoneapplikation vergleichend gegenüber.

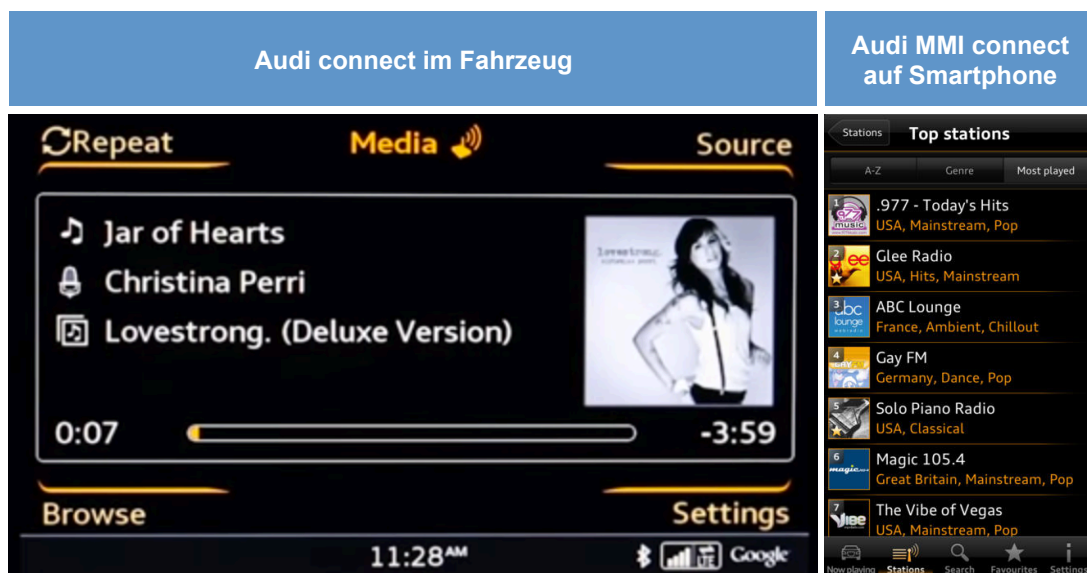


Abbildung 24: GUI des Audi connect im Fahrzeug und der Applikation auf dem Smartphone
(Quelle: Audi und eigener Screenshot)

Sämtliche Musikdienste in den ITS der Automobilhersteller bieten bisher jedoch keine kontextbezogene Einspielung von Musik. Eine Ausnahme stellt MINI mit seiner MINI Connected App dar. Hier ist bereits ein Dienst integriert, der erste Kontextparameter während einer Autofahrt zur Anpassung der Musik nutzt. Der Dienst *Dynamic Music* passt die Musik dem Fahrstil des Nutzers an. Dafür wird jedoch nicht auf die Musikbibliothek des Gerätes oder einer App zugegriffen, sondern es müssen eigens für Dynamic Music komponierte Musikstücke heruntergeladen werden, welche je nach Fahrstil eingespielt werden. [Autoblog 2010]

4.1.2.3.2 Herstellerübergreifende Ansätze des ITS

Neben den herstellerspezifischen Systemen im Infotainmentbereich beginnen auch die Hersteller von Betriebssystemen für mobile Endgeräte eigene Systeme zu entwickeln, die Automobilherstellern angeboten werden. Gerade im Bereich des Entertainments im Fahrzeug, welcher weniger Beschränkungen und Anforderungen durch die OEMs hat als andere Systeme, die direkt mit der Fahraufgabe zu tun haben, öffnen sich die OEMs für externe Systeme und die Anbindung des Smartphones. Hierdurch können die Benutzer die Anwendungen und das gewohnte GUI ihres Smartphones mit in das Fahrzeug nehmen. [Chiesa et al. 2014, S. 2]

Hier sind die Systeme der führenden Entwickler mobiler Betriebssysteme zu nennen. Vor allem Apples *CarPlay*⁴¹ und Googles *Android Auto*⁴² wird zunehmend Aufmerksamkeit geschenkt. Zudem stellt Microsoft mit *Windows Embedded Automotive*⁴³ auch ein System.

Die Funktionsweise der herstellerübergreifenden Ansätze wird am Beispiel von Android Auto erläutert. Hier erfolgt die Kopplung des Smartphones mit dem ITS durch ein microUSB-Kabel. Das ITS dient lediglich als Ein- und Ausgabeeinheit und das Smartphone ist die Haupteinheit, was bedeutet, dass die Applikationen selbst auf dem Smartphone laufen und dort die Daten verarbeitet werden (siehe Abbildung 25). Diese Umsetzung entspricht der zweiten Integrationsmethode nach Diewald in Abbildung 21.

Die Oberfläche der Musikanwendung ist demnach auf dem ITS an die des mobilen Endgeräts angelehnt. Sie ist jedoch auch speziell für die Anwendung auf dem ITS angepasst, um eine einfache Bedienung mit größeren Schaltflächen bereitzustellen und zudem weniger auffällig zu sein. Daher sind besondere Anforderungen an das Kontrastverhältnis sowie die Farbgebung und Schriftarten beim ITS vorhanden. [Sonnenberg 2010, S. 163]

⁴¹ Siehe www.apple.com/ios/carplay.

⁴² Siehe www.android.com/auto.

⁴³ Siehe www.microsoft.com/windowseembedded/de-de/auto.aspx.

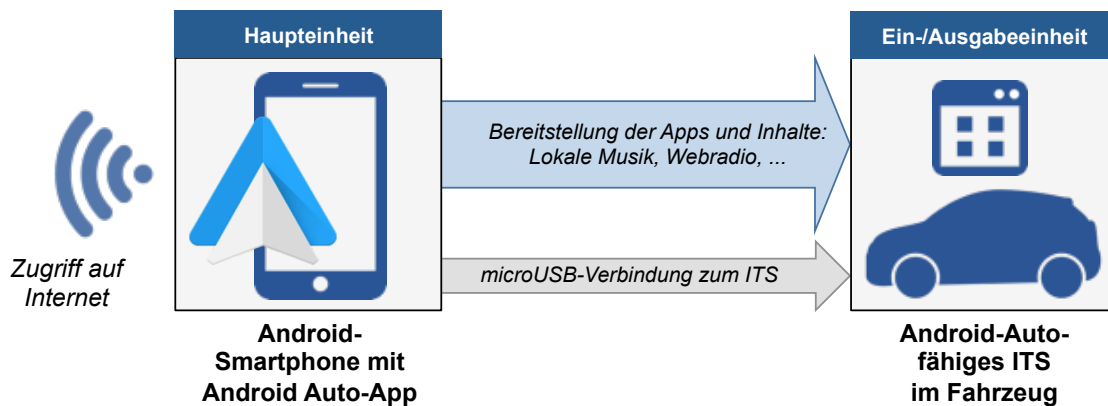


Abbildung 25: Musikübertragung zwischen Smartphone und Android Auto-ITS

Abbildung 26 zeigt die systeminterne Musikanwendung des Android Betriebssystems sowohl im Fahrzeug (links) als auch auf dem Smartphone (rechts). Deutlich zu erkennen ist die hervorgehobene Schaltfläche bei Android Auto und die präzisere Platzierung von Titel und Artist. Dafür tritt das Albumcover, welches beim Smartphone sehr präsent ist, deutlich in den Hintergrund.

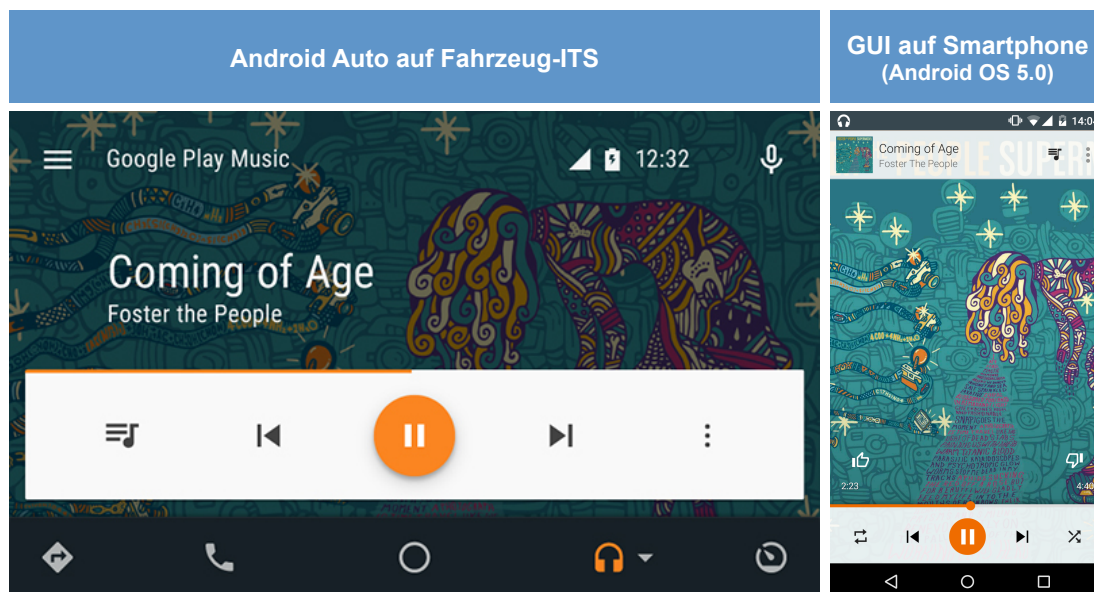


Abbildung 26: GUI des Musikplayers von Android Auto und Android auf dem Smartphone
(Quelle: Android Auto und eigener Screenshot)

Diese Anpassung der Darstellung lässt sich auch auf sehr ähnliche Weise bei den Systemen von Apple und Microsoft erkennen. Im Folgenden wird kurz auf die drei Systeme eingegangen.

Apple CarPlay

Das IT-Unternehmen Apple stellte im März 2014 das System *CarPlay* vor. Mit CarPlay soll es iPhone-Nutzern (ab iPhone 5 aufwärts) ermöglicht werden, die Funktionen ihres Smartphones auch in einem Auto, das über das System verfügt, nutzen zu können. Apple hat angekündigt, dass CarPlay ab 2014 in Fahrzeugen von Ferrari, Honda, Hyundai, Mercedes Benz und Volvo und zu einem späteren Zeitpunkt auch in Fahrzeugen von BMW, Chevrolet, Citroen, Ford, Jaguar, Kia, Land Rover, Mitsubishi Motors, Nissan, Opel, Peugeot, Subaru, Suzuki und Toyota anzubieten. Zudem arbeitet Apple mit Alpine und Pioneer zusammen, die zukünftig eine Nachrüstlösung für CarPlay bereitstellen werden.

Entwickler von Applikationen können über das Apple Developer Programm auf die erforderlichen Schnittstellen von CarPlay zugreifen, um diese dann in den eigenen Apps umzusetzen. Apple hat jedoch mit der Einführung von CarPlay nur ausgewählten Partnern Zugang zu den Entwicklertools gewährleistet, so dass vorerst nur wenige Apps mit dem System kompatibel sind.

Mit der CarPlay-Anbindung von Apple ist es möglich, in einem Fahrzeug auf große Musikbibliotheken zuzugreifen. Dafür stehen zu Beginn die Applikationen der Drittanbieter Spotify und Stitcher zur Verfügung. In den USA bietet Apple seit September 2013 den hauseigenen Musikdienst iTunes Radio an, welcher jedoch noch nicht in CarPlay integriert ist. iTunes Radio ist eine Art personalisierter Radiosender, der über das Internet gestreamt wird. Mit der Verbreitung von iTunes Radio in weitere Länder und der Integration in CarPlay könnte Apple zukünftig neben den Drittanbietern auch einen eigenen Dienst für personalisierte Musik bereitstellen. [Apple 2015]

Android Auto

Auch Google stellt mit dem Betriebssystem Android eine Lösung für vernetzte Fahrzeuge bereit. Im Januar 2014 gründeten dazu die Unternehmen Audi, General Motors (GM), Honda, Hyundai, Nvidia und Google die sogenannte Open Automotive Alliance (OAA). Die Allianz möchte die Integration von Android als Technologieplattform in Automobilen voranbringen. Nach Angaben der OAA sollen Ende 2014 die ersten Fahrzeuge auf den Markt kommen, die über eine Integration des Android-Systems verfügen.

Auf der I/O Entwicklerkonferenz von Google im Juni 2014 stellte das Unternehmen konkretere Pläne zur Fahrzeugintegration des Android Betriebssystems vor. Die Umsetzung von Google unter dem Namen *Android Auto* kann in vielen Punkten mit der angebotenen Lösung von Apple verglichen werden. Demnach können sich zukünftig Smartphones mit dem Android Betriebssystem




tem mit Infotainmentsystemen, die über Android Auto verfügen, verbinden. Der eigene Musikdienst Google Play Music sowie einige Anwendungen von Drittherstellern, wie z.B. iHeart Radio, Spotify, Stitcher oder Pandora sind aber ebenfalls zukünftig mit Android Auto kompatibel. Zudem hat Google bereits angekündigt, ein SDK bereit zu stellen, mit dem Entwickler ihre Applikationen an die Schnittstellen von Android Auto anpassen können. Mit der Vorstellung von Android Auto auf der Entwicklerkonferenz wurde der Anschluss weiterer Partner bekanntgegeben. [Android 2015]

Microsoft Connected Car

Microsoft stellt mit *Windows Embedded Automotive* bereits seit längerer Zeit eine Technologieplattform für die Automobilbranche bereit, auf deren Basis Infotainmentsysteme aufgebaut werden können.

Im April 2014 stellte Microsoft unter der Bezeichnung *Windows in the car* ein weiteres Konzept zur Vernetzung von Autos vor. Die zuvor genannten Partner Nissan, Kia und Ford nutzen zwar die Plattform Windows Embedded Automotive als Basis ihrer Infotainmentsysteme, jedoch steht ihnen die Gestaltung der Benutzeroberfläche frei. Das neu vorgestellte Konzept von Microsoft soll hingegen eine eigene Benutzeroberfläche erhalten, die an die Kacheloptik von Windows 8 angelehnt ist. Ähnlich zu den anderen Systemen sollen die Funktionen und Applikationen eines Smartphones mit dem Betriebssystem Windows Phone auf dem Bildschirm ausgegeben und mit den Bedienelementen des Infotainmentsystems gesteuert werden können. [Windows 2015]

Tabelle 6: Herstellerübergreifende Infotainmentsysteme im Fahrzeug

System		Entwicklung	Musikdienste
	Apple CarPlay	CarPlay API (ab iOS 8 SDK)	Apple Music, iHeartRadio, Spotify, BeatsMusic, Stitcher
	Android Auto	Android Auto API (ab Android SDK API Level 21)	GooglePlay Music, iHeart Radio, Spotify, Stitcher, Pandora
	Windows Embedded Automotive/ Windows in the car	Windows Embedded SDK	k.A.

Weiterhin gibt es mit *Mirrorlink*⁴⁴ noch eine Technologie, die die Übertragung des Smartphone-bildschirms auf das IST ermöglicht. Dieser Standard wurde vom Car Connectivity Consortium (CCC) entwickelt, einem Zusammenschluss von Firmen zur Entwicklung globaler Standards zur Smartphone-Fahrzeug-Konnektivität. [Park et al. 2013, S. 2] Während Apples CarPlay nur mit dem iPhone funktioniert und Googles Android Auto nur mit Geräten, auf denen Android OS läuft benutzbar ist, kann theoretisch jedes Gerät für MirrorLink entwickelt werden.

Da der Markt der mobilen Betriebssysteme ein sehr schnelllebiges ist und etwa jährlich eine neue Version der großen Anbieter erscheint, wird sicherlich auch der Bereich der ITS durch den Einstieg dieser Unternehmen einigen Veränderungen unterliegen und die Systeme werden moderner und auch umfangreicher, was die Nutzung des Musikangebots und der Musikfilterung angeht. Es wird sich zukünftig zeigen, wie diese Systeme in die Fahrzeuge integriert werden und wie sie vom Kunden angenommen werden. Die Tabelle 6 zeigt, dass bereits einige Musikdienste für CarPlay und Android Auto angepasst sind und zukünftig mit Sicherheit viele weitere folgen werden. Über das neue System von Microsoft liegen bisher nur sehr wenige Informationen vor.

4.2 Hörverhalten von Musik im Fahrzeug

Musik umgibt den Menschen in vielen Situationen des Lebens und ist aus dem Alltag kaum noch wegzudenken. Angefangen morgens beim Radio hören im Badezimmer und endend beim Fernsehen am Abend, gibt es wenige Lebenslagen, in denen der Mensch nicht mit auditiven Reizen in Form von melodischen Klangfolgen in Berührung tritt und durch sie emotional beeinflusst wird. Krause et al. (2014) fanden in einer Studie heraus, dass sich Musik mithilfe neuer mobiler Geräte nahtlos in den Alltag integriert hat und somit an jedem Ort zu jeder Zeit gehört wird [Krause et al. 2014b, S. 26].

4.2.1 Hörsituationen und -quellen

Musik hören hat sich zu einer der häufigsten Begleitaktivitäten der Gesellschaft entwickelt [DeNora 2011, S. 47]. Dies zeigt sich auch in Abbildung 27. Hier ist zu sehen, dass neben den Tätigkeiten im Haushalt Musik vor allem beim Autofahren gehört wird. Dieses Hörverhalten konnte in einer eigenen Studie bestätigt werden (siehe Anhang A 1).

⁴⁴ Siehe www.mirrorlink.com.

Als Musikquelle dient hauptsächlich immer noch das klassische Radio vor digitalen und physischen Tonträgern (siehe Abbildung 28). Jedoch werden auch in Deutschland zunehmend Streamingdienste wie Spotify oder Deezer genutzt. Diese Entwicklung wird in den nächsten Jahren voraussichtlich anhalten. Während der Anteil am Musikmarkt von Streamingdiensten aktuell nur bei 5 Prozent liegt, prognostiziert die Gesellschaft für Konsumforschung ein Wachstum bis 2018 auf 35 Prozent. Das ohnehin schon kräftige Wachstum in diesem Bereich wird sich in den nächsten Jahren deutlich verstärken. [GfK 2014]

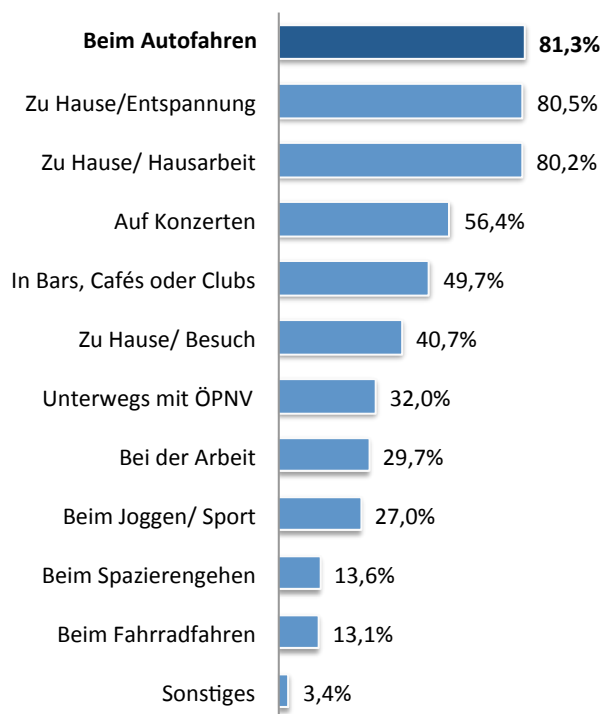


Abbildung 27: Orte und Situationen an denen Musik gehört wird
(in Anlehnung an [Bundesverband Musikindustrie e.V. 2013])

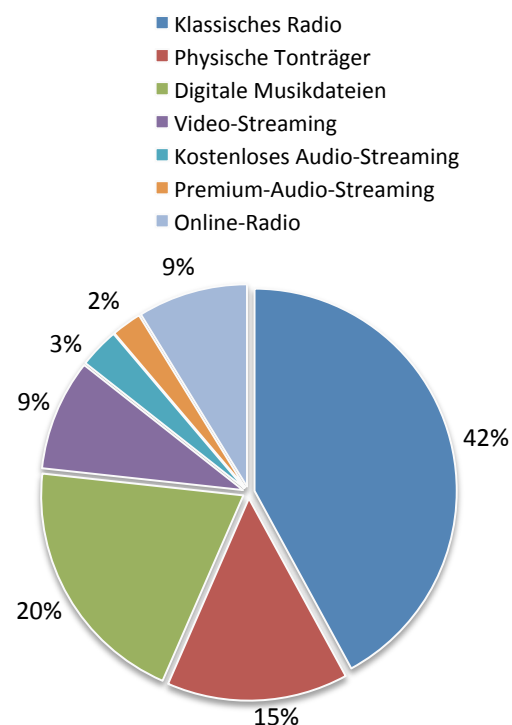


Abbildung 28: Hörverhalten nach Hörquelle 2013
(in Anlehnung an [Bundesverband Musikindustrie e.V 2014, S. 27])

In Deutschland hören bereits vier von zehn Internetnutzern ab 14 Jahren (37 Prozent) Musik über Streaming-Dienste. Das entspricht 20 Millionen Deutschen und einer Verdreifachung seit 2013. [Bitkom 2015]

4.2.2 Wirkung von Musik

Musik bewirkt infolge ihrer Struktur, Gestaltung und Aufführungsweise die unterschiedlichsten Emotionen beim Menschen wie beispielsweise Fröhlichkeit, Motivation, Traurigkeit oder Aufmunterung. Aus sozialpsychologischer Sicht unterliegt nach Gabrielsson (2001) das Hervorrufen von Emotionen durch Musik immer dem engen Zusammenspiel zwischen Hörer, Musik und Situation, in der sich der Hörer befindet [Gabrielsson 2001]. Insbesondere die Situation, also die äußeren Einflüsse, die auf den Hörer einwirken, sind in diesem Zusammenhang entscheidend, da laut Sloboda und O'Neill (2001) die spezifische Funktion der Musik in den unterschiedlichen Situationen den stärksten Einfluss auf die emotionalen Reaktionen (Emotionen stärken oder ändern) hat [Sloboda & O'Neill 2001]. Zu den Faktoren, die völlig individuell auf den Menschen zutreffen, zählen die Vorliebe für bestimmte Musik [Iwanaga & Moroki 1999], das musikalische Training [Lehmann 1997] und die Persönlichkeit [Wheeler 1985] (siehe Abbildung 29).

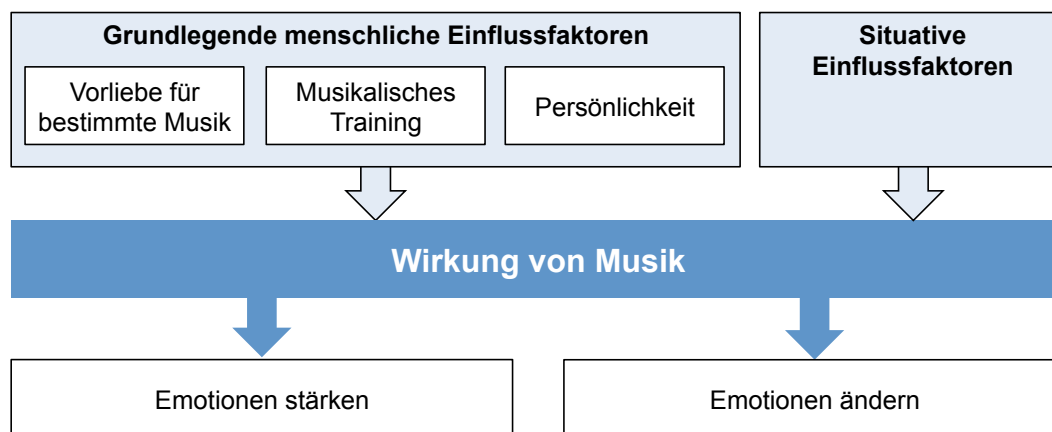


Abbildung 29: Wirkung von Musik und ihre Einflussfaktoren

Zudem gibt es unterschiedliche Beweggründe, weswegen Musik gehört wird [Behne 1997]. Sie wird benutzt, um eine Veränderung seiner Emotionen hervorzurufen, sich von Emotionen zu befreien oder seine Emotionen an die Stimmung der Musik anzupassen. Dadurch fällt es leichter, sich zu entspannen und Stress abzubauen (vgl. [DeNora 2011; Knobloch & Zillmann 2002; Saarikallio & Erkkilä 2007; Sloboda & O'Neill 2001]).

Befragungen haben ergeben, dass Radiohörer einen Musikanteil von durchschnittlich mindestens 70 Prozent und die jungen Nutzer sogar von 80 Prozent erwarten. Gerade jungen Hörern ist die Musik im Radio sehr wichtig und sie erwarten einen sehr hohen Musikanteil.

[Neuwöhner 2008, S. 251] Falsche Inhalte oder unerwünschte Musik führt dazu, dass in 93 Prozent der Fälle regelmäßig das Programm gewechselt wird [Peters 2003, S. 133].

Krause et al. fanden heraus, dass eigene Musik auf mobilen Endgeräten positiver wahrgenommen wird als das klassische Radio und zudem eher zum Stimmungswandel beitragen kann [Krause et al. 2013, 2014a]. Sie sagen, dass die Kontrolle und Auswahl von eigener Musik in unterschiedlichen Kontexten durch die Digitalisierung einfacher ist und die Musik dadurch noch eine größere Wirkung erzielen kann [Krause et al. 2014a, S. 315].

4.2.3 Wirkung bei der Autofahrt

Insbesondere das Autofahren ist prädestiniert dafür, den menschlichen Wahrnehmungsapparat mit akustischen Einflüssen wie Musik zu versorgen. Dies erfolgt hauptsächlich durch den Einsatz des sich ständig weiterentwickelnden Autoradios, welches ein fester Bestandteil jedes Kraftfahrzeugs ist, sowie der besonderen Hörumgebung (sog. Autosphere) in der man seiner eigenen Musik in beliebiger Lautstärke nachgehen kann [Brodsky 2015, S.76].

Jeden Morgen hören beispielsweise ca. neun Millionen Autofahrer in Deutschland Radio – und dabei vorrangig Musik – in ihrem Fahrzeug [Radiozentrale 2013].

Das Anhören von Musik während des Autofahrens kann sich sowohl gewinnbringend als auch ablenkend auf die Fahrperformance auswirken, da Musik anhand ihrer Ausprägungen unterschiedlich fordernd sein kann. Vorausgesetzt, der Fahrer langweilt sich oder beginnt aufgrund der eintönigen Fahrstrecke bzw. der simultan ablaufenden Überholmanöver auf der Autobahn müde zu werden, kann die Musik dabei helfen den Wachheitsgrad des Fahrers positiv zu beeinflussen und die Fahrleistung zu verbessern [North & Hargreaves 2008; Shek & Schubert 2009]. Andererseits besteht jedoch die Gefahr, dass der Fahrer durch die Musik weniger aufmerksam ist und vom Verkehr abgelenkt wird [Shek & Schubert 2009], was besonders in Situationen hohen Verkehrsaufkommens negative Auswirkungen auf die Sicherheit der beteiligten Personen hat [Dibben & Williamson 2007]. Dennoch enthüllten Studien von Wiesenthal et al. (2000) einen vorteilhaften Effekt bzgl. des Einsatzes von Musik im Falle eines Staus. Dabei zeigte sich, dass das Stresslevel der Probanden niedriger war, wenn sie Musik hörten. Insbesondere die Lieblingsmusik kann dabei helfen, das Aggressionspotenzial des Fahrers während dieser nervenaufreibenden Situation eines Staus zu mildern [Wiesenthal et al. 2000].

Eine mögliche Erklärung für die positiven Auswirkungen des Hörens von Musik als sekundär ausgeführte Tätigkeit besteht darin, dass die Musik einen stimulierenden und aufweckenden

Effekt auf den Menschen hat und dadurch mentale Ressourcen freigesetzt werden [Dalton & Behm 2007; Fakhrhosseini et al. 2014; Hargreaves & North 1999; Pêcher et al. 2009].

Ein Grund für die negativen Folgen, welche durch die Musik erzeugt werden, ist die Annahme, dass zusätzliche irrelevante Reize dazu führen die kognitive Belastung zu erhöhen. Diese gesteigerte Belastung beeinflusst die Durchführung der primären Handlung, in diesem Fall das Steuern des Kraftfahrzeugs [Hargreaves & North 1999; Konečni 1982; Recarte & Nunes 2000]. In einem Experiment variierten North und Hargreaves Musiktempo und -lautstärke während die Probanden ein fahrzeugbasiertes Videospiel spielten. Daraus schlussfolgernd steht Musik, die einen höheren Grad an Aufmerksamkeit erfordert, durch ein schnelleres Tempo und mehr Tempo- und Lautstärkevariationen, stärker in Konkurrenz mit dem Auto fahren und vermindert die Fahrperformance der fahrenden Person, da beide Tätigkeiten die gleichen mentalen Ressourcen in Anspruch nehmen. Zudem führt die manuelle situationsbedingte Anpassung der Musikwiedergabe durch Interaktion mit dem Autoradio zu einer Fahrtablenkung und hat somit negative Folgen für die Fahrsicherheit. Neurauder et al. (2007) fanden heraus, dass jeder Fahrer im Schnitt 1,4 Prozent seiner Fahrzeit dazu verwendet mit dem Autoradio zu interagieren [Neurauder et al. 2007, S. 5].

Weitergehend wird vor allem in Hinblick auf durchgeführte Studien und Ergebnisse im Rahmen der eigenen Studien in Kapitel 5.1.2 auf Sekundärforschungen zur Wirkung von Musik eingegangen.

4.2.4 Abgrenzung des Hörverhaltens im Fahrzeug

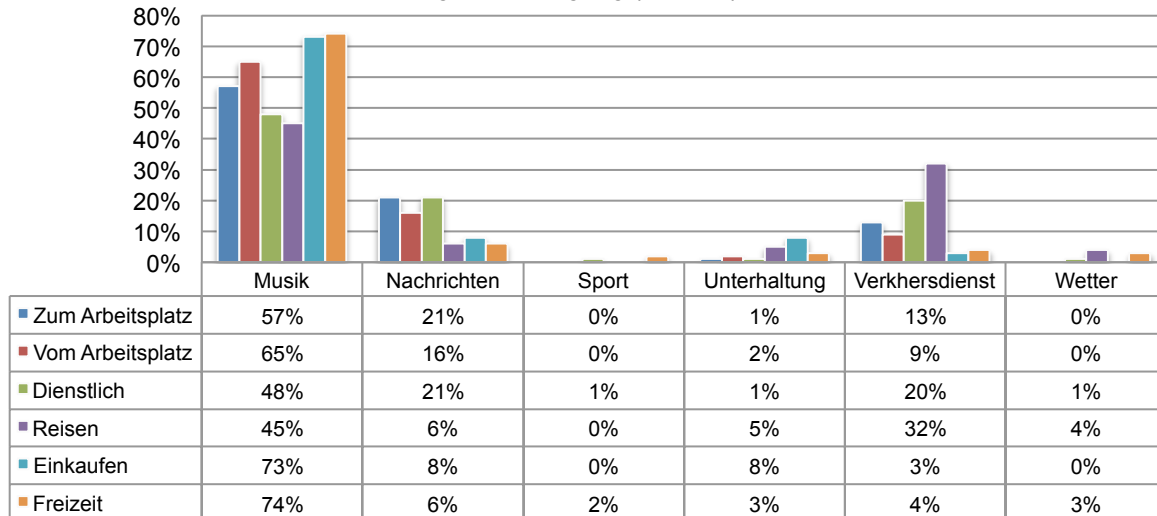
Neben der speziellen Wirkung von Musik auf das Fahrverhalten gibt es auch Besonderheiten beim Hörverhalten gegenüber anderen Hörsituationen. So wird besonders häufig in den Morgenstunden zwischen sieben und acht Uhr sowie nachmittags zwischen 16 und 17 Uhr Radio und dementsprechend Musik im Fahrzeug gehört. [Radiozentrale 2013]

Dass besonders Musik bei jeder Fahrtrmission den wichtigsten Radioinhalt darstellt, wurde zudem in einer eigenen Studie⁴⁵ im Jahr 2012 belegt (siehe Tabelle 7). Bei den häufigen Alltagsfahrten wie die Fahrt zur bzw. von der Arbeit, Freizeitfahrten oder der Einkaufsfahrt wird von fast allen Befragten Musik gegenüber anderen Inhalten präferiert. Lediglich bei Urlaubsfahrten oder dienstlichen Fahrten gibt ein gewisser Anteil an, Verkehrsdienste hören zu wollen.

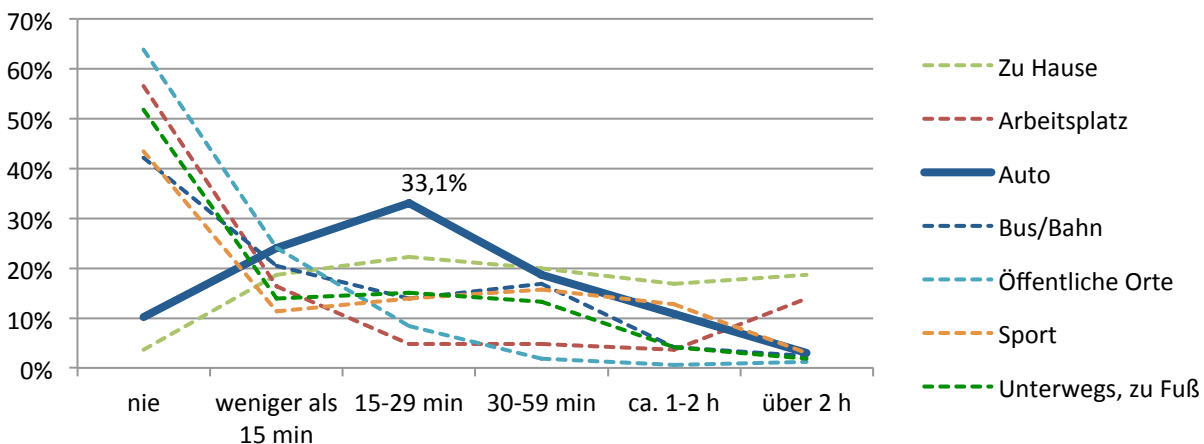
⁴⁵ Onlinebefragung zur Nutzung von Radiodiensten mit 153 vollständigen Datensätzen von Ende Juli bis Ende September 2012 (für ausführlichere Ergebnisse siehe Anhang A 1).

Tabelle 7: Radioinhalte nach Fahrtmission

Eigene Befragung (n = 153)



Eine weitere Studie⁴⁶ im Jahr 2014 zeigte zudem, dass die tägliche durchschnittliche Hörzeit im Auto häufig bei 15 bis 29 Minuten liegt und somit gegenüber anderen Hörsituationen relativ kurz ist (siehe Abbildung 30). Zu Hause erweist sich das Hörverhalten hingegen als sehr uneinheitlich und fast gleichverteilt zwischen den Angaben *weniger als 15 Minuten* bis *über 2 Stunden*. Die Probanden gaben zudem an, diese kurze Hörzeit im Fahrzeug nutzen zu wollen um ihrem eigenen Musikgeschmack nachzugehen und zudem die eigene Stimmung zu beeinflussen.



⁴⁶ Befragung von 166 Personen an der TU Braunschweig im Jahr 2014 (im Rahmen der Studie aus Kapitel 5.2).

4.3 Kontextorientierte Musikwiedergabe im Fahrzeug

Nachdem aufgezeigt wurde, dass Autofahren die wichtigste Situation des Musikhörens ist und Musik zudem bestimmte Emotionen hervorrufen kann, was zudem die Fahrleistung beeinflusst, soll in diesem Kapitel auf die Besonderheiten des Fahrkontextes und die Möglichkeiten der kontextbezogenen Anpassung der Musik eingegangen werden.

4.3.1 Fahrkontext

4.3.1.1 Anforderungsbereiche der Fahraufgabe

Richtet sich der Fokus der Betrachtung bei der Autofahrt auf den Fahrer, umfasst die Führung des Fahrzeugs viele Handlungen, die parallel erfolgen. Zudem sind diese Aufgaben unterschiedlich wichtig für das Erreichen des Fahrzieles. So muss der Fahrer das Auto steuern und navigieren. Zusätzlich führt der Fahrer unter anderem Gespräche, isst, raucht oder benutzt das Infotainmentsystem. [Huemer & Vollrath 2011, S. 1704; Stutts et al. 2003, S. 8]

Die Autofahrt stellt somit eine komplexe Herausforderung dar, die die volle kognitive Aufmerksamkeit des Fahrers erfordert [Münter et al. 2012, S. 131]. Dabei existieren unterschiedliche Aufgabenbereiche des Fahrers, die sich in die primären, sekundären und tertiären *Anforderungsbereiche* unterteilen lassen [Donges 1992, S. 21; Wolf et al. 2006, S. 8]. Abbildung 31 stellt die Einordnung der Fahraufgaben in die drei Anforderungsbereiche dar und zeigt zudem Beispiele für diese auf.

Der *primäre Aufgabenbereich* beschreibt die Hauptaufgabe des Fahrers während einer Autofahrt – das Führen des Fahrzeugs. Dazu zählen vor allem das Lenken, Beschleunigen und Bremsen.

Der *sekundäre Anforderungsbereich* beschreibt alle Vorgänge, welche die Verkehrsregeln, sowie Verkehrs- und Umweltbedingungen ausmachen. Hierzu zählen das Blinken, die Betätigung der Scheibenwischer oder das Einschalten der Klimaanlage.

Der *tertiäre Anforderungsbereich* umfasst keine Fahraufgaben im eigentlichen Sinne, sondern bezieht sich auf die Befriedigung von Komfort- und Informationsbedürfnissen. Die Bedienung des Infotainmentsystems oder eines integrierten Smartphones sowie das Hören von Musik sind demnach tertiäre Aufgaben. Diese Aufgaben führen zu einer erhöhten Belastung des Fahrers und lenken im schlimmsten Fall die Blickrichtung für mehrere Sekunden von der Fahrbahn ab. [Donges 1992, S. 21ff; Wolf et al. 2006, S. 8f]

Anforderungsbereich	primär	sekundär	tertiär
Fahraufgabe	Führen des Fahrzeugs	Fahraufgaben durch Verkehrsregeln, Verkehrs- und Umweltbedingungen notwendig	Befriedigung von Komfort- und Informationsbedürfnissen
Beispiel	Lenken, Bremsen, Beschleunigen	Blinken, Scheibenwischer, Klimaanlage	Bedienung Infotainmentsystem, Smartphone, Radio, Musik hören

Abbildung 31: Die drei Anforderungsbereiche der Fahraufgaben
(in Anlehnung an [Donges 1992, S. 21; Wolf et al. 2006, S. 8])

Eine Autofahrt findet selten unter idealen Bedingungen statt [Münter et al. 2012, S. 132]. Ein Autofahrer muss dementsprechend seine kognitive Aufmerksamkeit im ungünstigsten Fall zwischen den drei Anforderungsbereichen aufteilen. Findet eine Autofahrt beispielsweise bei starkem Schneefall im Feierabendverkehr auf der Autobahn statt und der Fahrer bedient nebenbei das Infotainmentsystem, um die Playlist zu wechseln, so entsteht eine äußerst anspruchsvolle Situation. Aufgrund der widrigen Witterungsbedingungen, der angespannten Verkehrssituation und der Interaktion mit dem Infotainmentsystem sind alle drei Bereiche der Fahraufgaben gefordert. Die kognitive Leistung des Fahrers ist hoch und er wird zudem von der eigentlichen Aufgabe – dem Führen des Fahrzeugs – abgelenkt.

Lee et al. (2008) definieren diese Fahrerablenkung als Ablenkung der Aufmerksamkeit von der eigentlichen Fahraufgabe [Lee et al. 2008, S. 34].

“Driver distraction is a diversion of attention away from activities critical for safe driving toward a competing activity.” [Lee et al. 2008, S. 34]

In diese Definition werden also sämtliche Tertiäraufgaben und Geschehnisse gezählt, die das Auto umgeben oder darin stattfinden. Dazu gehören sowohl die Interaktion mit dem Beifahrer als auch das Musikhören. Dabei unterscheiden die Autoren drei Kategorien von Ablenkungen: visuelle Ablenkung, mentale Ablenkung beziehungsweise Unaufmerksamkeit und weitere Nebentätigkeiten. [Horberry & Edquist 2008, S. 218]

Da sowohl die Bedienung des Infotainmentsystems zur Musikauswahl als auch das Musikhören selbst zum tertiären Anforderungsbereich zählen und die Musikwiedergabe im Fahrzeug in dieser Arbeit betrachtet wird, ist dieser Bereich in Abbildung 31 hervorgehoben.

4.3.1.2 Mobiler und automobiler Kontext

In diesem Abschnitt wird beschrieben, wie sich der automobiler Kontext (Fahrtkontext) durch seine besonderen Gegebenheiten von anderen mobilen Kontexten (z.B. Fahrrad fahren oder zu Fuß unterwegs) in Bezug auf das Musikhören abgrenzt.⁴⁷ Diese Gegenüberstellung wird in Tabelle 8 anhand der bereits erläuterten primären und sekundären Kontextfaktoren zusammengefasst.

Der *Ort*, an dem sich eine Person befindet ist, durch die Fortbewegung mit dem Auto im automobilen Kontext immer sehr variabel und ändert sich sehr schnell. Der aktuelle Aufenthaltsort ist deshalb nur von geringer Bedeutung und der bereits angesprochene Informationshorizont (siehe Kapitel 3.5.3) hat hier eine besondere Stellung. In anderen mobilen Kontexten ist die Person selten mit hoher Geschwindigkeit unterwegs und der aktuelle Ort hat demnach eine hohe Bedeutung. Der Ort muss im Fahrzeug häufiger bestimmt werden, um eine möglichst gute ortsbezogene Verwendung sicherzustellen.

Durch die unterschiedliche Geschwindigkeit ist auch der *Zeitkontext* zu unterscheiden. Während beim Fahrtkontext eine sekundengenaue Betrachtung notwendig ist, reicht bei anderen mobilen Kontexten häufig eine minutengenaue Betrachtung aus. Das ist nicht nur durch die häufig langsamere Fortbewegungsgeschwindigkeit zu begründen, sondern zudem dadurch, dass sich eine Person im mobilen Kontext mehrere Minuten bis hin zu Stunden an einem Standort aufhalten kann. Im Automobil wechselt der Standort so gut wie jede Sekunde. Zudem ist das Zeitfenster einer Autofahrt meistens kurz und sehr festgelegt, da viele Autofahrer ein homogenes Fahrverhalten haben [Froehlich & Krumm 2008, S. 1; Simmons et al. 2006, S. 127]. Die durchschnittliche Fahrzeit beträgt 21 Minuten und es wird eine Wegstrecke von etwa 15 Kilometern zurückgelegt. [o.A. 2010, S. 89] Wie bereits erwähnt, liegt die Fahrzeit dabei häufig zwischen 15 und 30 Minuten.

Die Entität, auf die sich der Kontext bezieht, ist in beiden Fällen identisch. Es handelt sich um die aktive Person, die unterwegs ist und im automobilen Kontext das Fahrzeug führt. Die

⁴⁷ Die Ergebnisse der Gegenüberstellung des mobilen und automobilen Kontextes wurden in einem moderierten Workshop an der TU Braunschweig im Jahr 2012 erarbeitet (siehe Anhang A 12).

Identität der Person ist daher in beiden Kontexten identisch. Die Präferenzen können jedoch nach Anwendungskontext unterschiedlich sein.

Tabelle 8: Gegenüberstellung mobiler und automobiler Kontext

Kontextfaktor	Kontext: Mobil	Kontext: Automobil/Fahrtkontext
Ort	Seltene Aktualisierung Meistens seltene Änderung aufgrund niedriger Geschwindigkeit, aktueller Ort sehr wichtig	Häufige Aktualisierung Schnelle Änderung aufgrund hoher Geschwindigkeit, Informationshorizont sehr wichtig
Zeit	Minutengenaue Betrachtung Zeitfenster variieren zwischen verschiedenen Anwendungskontexten	Sekundengenaue Betrachtung meistens kurze sehr feste Zeitfenster (15-30 min)
Identität	Die Identität ist in beiden Kontexten gleichermaßen variabel, Präferenzen können sich jedoch nach Anwendungskontext unterscheiden	
Pers. Kontext	Persönlicher Kontext (Stimmung, Stresslevel, ...) kann stark variieren Hängt vom aktuellen Kontext ab und kann durch historische oder zukünftige Merkmale mitbestimmt werden	
Tätigkeitskontext	Primär: unterschiedliche Aktivitäten (gehen, laufen, Fahrrad fahren, ...) → häufig geringe kognitive Forderung Nutzung von Smartphone oder Hören von Musik kann sowohl primäre Tätigkeit wie auch Nebentätigkeit sein	Primär: Führen des Fahrzeugs → hohe kognitive Forderung Nebentätigkeiten (Musik hören, Smartphone, ITS bedienen ...) erhöhen die Belastung des Fahrers
Techn. Kontext	Hauptsächlich Verwendung des Smartphones als Multimediagerät, zukünftig Wearables wie Smartwatch	Primär Verwendung des Infotainment-systems als Multimediagerät, Möglichkeit der Kopplung des Smartphones
Räuml. Kontext	Sehr variabel, je nach Anwendungskontext kann sich der Nutzer überall bewegen Blickfeld meistens frei und nicht gebunden	Eingeschränkt, da Nutzer an das Straßennetz gebunden ist Wahrnehmung des Umfelds durch die Frontscheibe
Soz. Kontext	Sehr variabel nach Anwendungskontext, alleine bis beliebig viele Personen, bekannte wie auch unbekannte Personen im öffentlichen Raum	Häufig alleine (durchschnittlich ca. 1,5 Personen), aber eingeschränkte Anzahl weiterer Personen möglich, Personen i.d.R. bekannt, da privater Raum
Phys. Kontext	sehr variabel	Eingeschränkt, Fahrzeuginnenraum, gebunden an Autositz Variable Fahrzeuggegebenheiten

Der *persönliche Kontext* kann sowohl bei dem mobilen wie auch bei dem automobilen Kontext stark variieren. Die Stimmung oder auch das Stresslevel können nicht nur durch den aktuellen Kontext, sondern auch von historischen oder zukünftigen Merkmalen beeinflusst werden. So kann bei der Autofahrt bereits eine gewisse Anspannung auf dem Weg zu einem wichtigen Termin vorliegen oder eine Entspannung vorliegen, wenn der Nutzer sich auf dem Heimweg befindet. Die Fahrtrmission und das Fahrtziel (siehe Kapitel 4.3.1.3) können somit einen gewissen Einfluss auf den persönlichen Kontext haben.

Wie bereits im vorherigen Kapitel beschrieben, ist die primäre Aufgabe des Autofahrers das Führen des Fahrzeugs, was meistens eine hohe kognitive Forderung bedeutet. Die Fahrt in einem Auto ist zudem sicherheitskritisch. Die Bedienung technischer Geräte oder das Hören von Musik sind nur Nebentätigkeiten, die den Fahrer zusätzlich belasten können. Beim mobilen Kontext sind Aktivitäten wie gehen oder Fahrrad fahren häufig wesentlich weniger kognitiv belastend. Die Person hat somit mehr Freiräume zur Nutzung von technischen Geräten und zur Interaktion mit diesen. Die Nutzung der Geräte kann hier sogar in gewissen Bereichen die Haupttätigkeit sein (siehe *Tätigkeitskontext*).

Während im Fahrzeug primär das festinstallierte Radio oder ITS zur Interaktion und Einspielung von Musik genutzt wird und das Smartphone eine untergeordnete Rolle spielt, ist das Smartphone in anderen mobilen Kontexten das primäre Multimediagerät (siehe *technischer Kontext*).

Der *räumliche Kontext* ändert sich im mobilen Kontext häufig nicht so schnell wie im automobilen Kontext. Die Änderungsrate wird dabei durch die Geschwindigkeit der Person vorgegeben. Zusätzlich ist es bei geringen Geschwindigkeiten möglich, die Umgebung umfassender wahrzunehmen. Im Fahrzeug unterscheidet sich demnach die Detailstufe der Wahrnehmung. Während im mobilen Kontext viele Eindrücke der Umgebung von der Entität verarbeitet werden können, ist dies im Kontext Automobil häufig nicht möglich. Hier wird die Umgebung durch die weiteren Verkehrsteilnehmer, den Straßenverlauf und durch das eingeschränkte Blickfeld der Person charakterisiert, während der Nutzer im mobilen Umfeld ungebundener ist.

Im Fahrzeug ist der Autofahrer häufig alleine unterwegs und kann daher seinen eigenen Bedürfnissen nachgehen. Der durchschnittliche Besetzungsgrad eines Fahrzeugs liegt in Deutschland lediglich bei etwa 1,5 Personen [o.A. 2010, S. 3]. Auf Fahrten, bei denen der Autofahrer nicht alleine ist, befindet sich eine geringe Anzahl von weiteren Personen im Fahrzeug (i.d.R. maximal vier weitere Personen). Diese Personen sind zudem meistens Verwandte oder

Bekannte des Fahrers, da es sich beim Fahrzeug um einen privaten Raum handelt, der nicht mit jedem geteilt wird. Konversationen finden dadurch im Fahrzeug häufig statt, wenn der Fahrer nicht alleine ist. Im mobilen Kontext kann der *soziale Kontext* deutlich stärker variieren. Die Person kann alleine unterwegs sein (z.B. beim Joggen) oder sich aber mit beliebig vielen anderen Personen in einem öffentlichen Raum befinden. Diese Personen können sowohl bekannte als auch unbekannte Personen sein. Grundsätzlich wird die Musikwiedergabe entweder mit den anderen Personen geteilt oder es findet keine Musikwiedergabe statt.

Der *physische Kontext* zeichnet sich im automobilen Kontext durch die Eingeschränktheit des Fahrers im Fahrzeuginnenraum aus. Der Fahrer ist an den Fahrersitz gebunden und hat daher kaum Bewegungsspielraum. Durch diese Abschottung nimmt der Fahrer die Umgebung nur visuell und nicht audiovisuell wahr. Der Blickwinkel kann sich je nach Fahrzeugtyp deutlich unterscheiden, ist jedoch hauptsächlich durch die Frontscheibe gerichtet. Im mobilen Kontext sind diese Einschränkungen in der Regel nicht vorhanden.

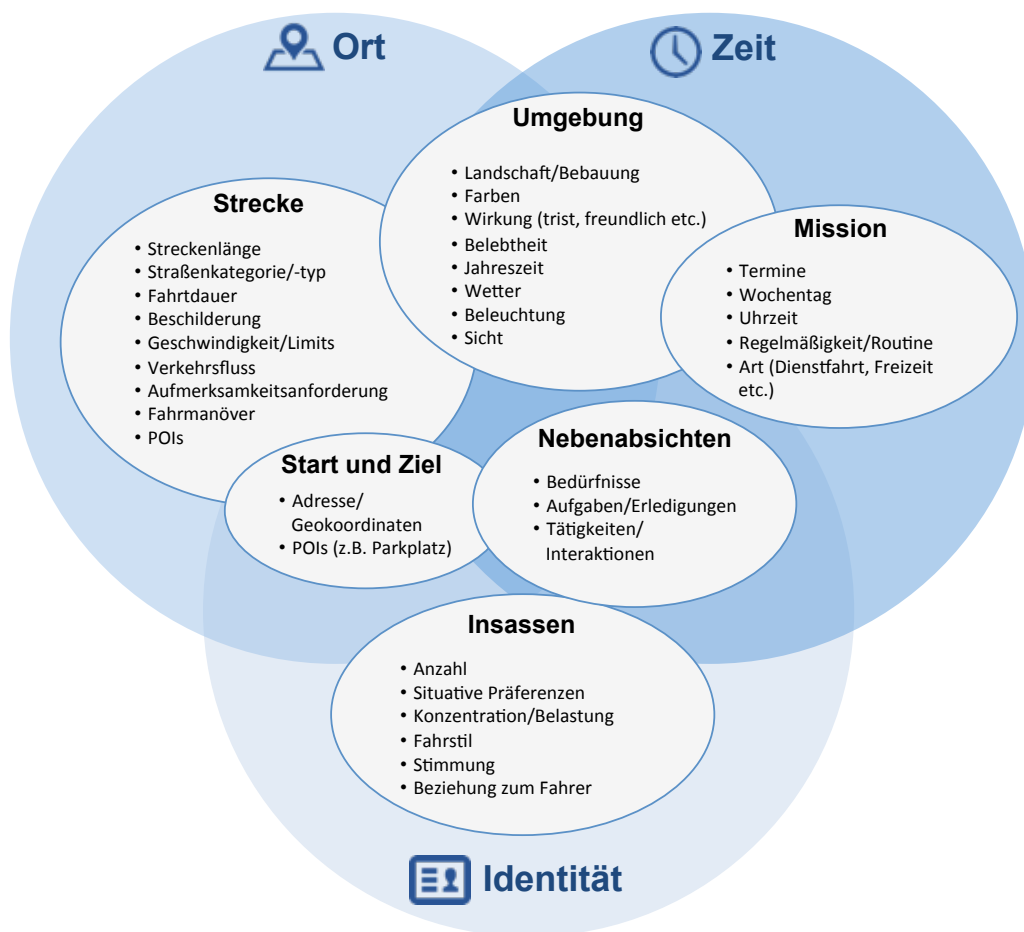


Abbildung 32: Kontext im Fahrzeug

Gestützt wurde diese Abgrenzung durch einen Workshop zu den Merkmalen der Situation im Fahrzeug. Dieser Workshop wurde im Jahr 2012 mit 12 Studierenden durchgeführt und beinhaltete zudem eine Befragung von weiteren Studierenden. Ergänzende Ergebnisse können Anhang A 12 entnommen werden.

Auf Grundlage der Abgrenzung vom mobilen und automobilen Kontext wurden Kontextparameter erfasst, die den Fahrkontext bestimmen. Die Kontextparameter wurden anschließend zu Gruppen zusammengefasst und schwerpunktmäßig den drei primären Kontextfaktoren Ort, Zeit und Identität zugeordnet (siehe Abbildung 32).

Eine exakte Zuordnung der Gruppen zu einem einzelnen primären Kontextfaktor ist jedoch nicht möglich, da sich diese immer in Abhängigkeit von allen primären Kontextfaktoren befinden. Die Gruppen *Strecke*, *Start und Ziel* sowie *Umgebung* lassen sich primär dem Ort zuordnen. Die *Mission* ist vor allem von der Zeit abhängig und *Insassen* sowie *Nebenabsichten* hängen vorrangig von der Identität ab. Neben den situativen Aspekten des Kontextes ist bei den Insassen auch immer das längerfristig ausgeprägte Nutzerprofil zu beachten.

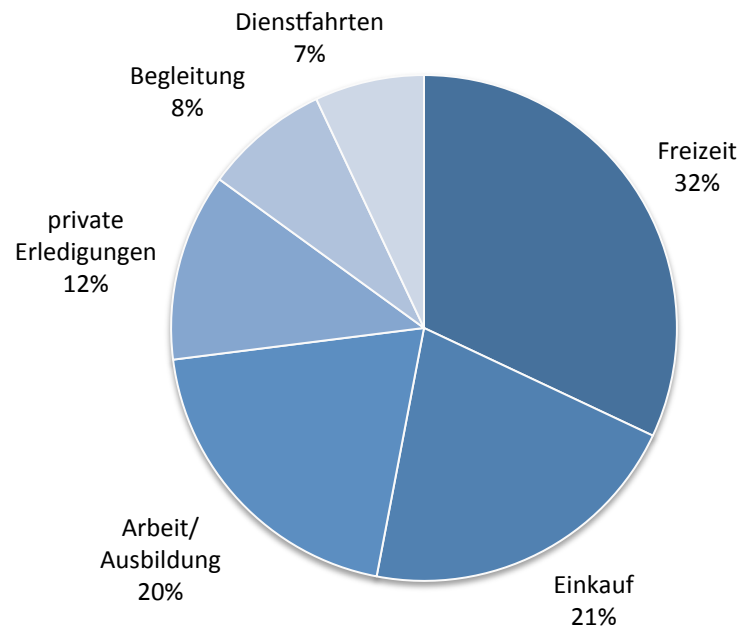
4.3.1.3 Fahrmission und Fahrtziel

Der Nutzer gewinnt durch den Besitz eines Autos und der damit einhergehenden Mobilität an Freiheit [Dey & Abowd 1999, S. 2]. Somit ist der Nutzungskontext stets dynamisch. Das Autofahren ist also ein besonderer Nutzungskontext, welcher einem stetigen Veränderungsfluss unterliegt. So bedingt die Mobilität des Automobils eine schnelle Orts- und somit Umweltveränderung. Der Ort gilt dabei als einer der wesentlichsten Kontextparameter. Obwohl der Nutzungskontext mehr als eine Ortsangabe ist, charakterisiert gerade der sich verändernde Ort eines Automobils die Autofahrt wie kein anderer Einflussfaktor auf die prägnanteste Art und Weise. [Verkasalo 2009, S. 332]

Reduziert man den Nutzungskontext also erneut auf die übergeordnete Perspektive der Autofahrt in Bezug auf den aussagekräftigen Kontextparameter der Lokalität, so kann man ihn anhand von verschiedenen Fahrmissionen charakterisieren. Diese leiten sich von den angestrebten Wegezielen einer Autofahrt bzw. den sogenannten Fahrmissionen ab.

Abbildung 33 zeigt die jeweiligen Anteile der Fahrmissionen im motorisierten Individualverkehr (MIV) in Deutschland nach Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung. In Deutschland haben ca. zwei Drittel aller Fahrten einen privaten Hintergrund. Diese privaten Fahrmissionen unterteilen sich in Freizeit (32 %), Einkauf (21 %) und private Erledigungen (12 %). Die arbeitsbezogenen Fahrten unterteilen sich in Fahrten zur Arbeit oder zum Ausbildungs-

platz (20 %) und dienstliche Fahrten (7 %). Auf 8 Prozent der Fahrten begleitet die Person lediglich eine andere bei der jeweiligen Fahrtmission [o.A. 2010, S. 83].



*Abbildung 33: Fahrtmissionen in Deutschland 2008
(in Anlehnung an [o.A. 2010, S. 83])*

Jede Fahrtmission zeichnet sich insbesondere durch andere, typische Ausprägungen der Einflussfaktoren des Nutzungskontextes aus. So variiert neben dem Fahrtziel auch der Besetzungsgrad des Fahrzeugs auf einem generell niedrigen Niveau zwischen privaten und arbeitsbezogenen Fahrten. Während bei privaten Fahrten der Besetzungsgrad bei ca. 1,8 liegt, ist er bei arbeitsbezogenen Fahrten im Mittel unter 1,2 Personen [o.A. 2010, S. 91].

Die Ermittlung der Fahrtmission und des Fahrtziels ist auf Grundlage homogenen Fahrverhaltens durch historische Fahrten über den Informationshorizont möglich (siehe Kapitel 6.1).

4.3.2 Anpassung der Musikwiedergabe

Musik kann bei einer eigenen Sammlung entweder selbst durch den Nutzer ausgewählt oder aber aufgrund bestimmter Vor- und Angaben automatisch bestimmt werden.

4.3.2.1 Empfehlungssysteme

Ursprünglich galt die Möglichkeit, eine Wahl zwischen verschiedenen Alternativen treffen zu dürfen, als Nutzen stiftend. Durch eine signifikant steigende Anzahl an verschiedenen

Alternativen werden Nutzer mit Informationen überschwemmt und somit tritt statt der Freiheit, selbstständig wählen zu können, der gegenteilige Effekt ein. Nutzer sind überfordert mit dem Problem des *Information Overload* [Hiltz & Turoff 1985, S. 680]. Die Verarbeitung dieser stetig wachsenden Masse an Daten, die mittlerweile über das Internet zur Verfügung steht, wird häufig mit dem Schlagwort *Big Data* bezeichnet. Im Jahr 2005 betrug das Datenvolumen des Internets circa 5 Millionen Terabyte. Heutzutage wächst das Internet täglich um die Hälfte des Datenvolumens von 2005 an und die Wachstumsrate verhält sich weiterhin exponentiell. Somit wurde 90 Prozent des Datenvolumens des Internets in den letzten zwei Jahren produziert. [Scoble & Israel 2013, S. 3f]

Bei dem Problem der Datenflut setzen *Empfehlungssysteme* (engl. Recommender Systems; kurz: RS) an. Ihr Ziel ist die Reduzierung großer Mengen an Informationen, sodass dem Nutzer aggregierte Informationen zur Verfügung gestellt werden, die ihn direkt zu den Items leiten, die in Relation zu seinen Präferenzen den höchsten Nutzen stiften [Burke 2002, S. 331].

Ein Empfehlungssystem ist „ein System, das Benutzern in einem gegebenen Kontext aus einer gegebenen Entitätsmenge aktiv eine Teilmenge nützlicher Elemente empfiehlt“. [Klahold 2009, S. 1]

Laut Klahold setzt sich der Kontext in diesem Fall aus dem *Benutzerprofil*, der *Entitätsmenge* und der *Situation* zusammen. Weiterhin bilden explizite (Geschlecht, Alter etc.) und implizite (Besuchshäufigkeit einer Webseite, gekaufte Produkte etc.) Informationen das *Profil* der Benutzer. Aus der Änderung der Entitätsmenge (das Einfügen oder Löschen von Entitäten) trotz gleichzeitig gleichbleibenden Profil ergeben sich somit neue Empfehlungen. Rahmenparameter (Datum, Uhrzeit, Ort etc.) bestimmen zusammen die Situation. [Klahold 2009, S. 1]

Die relevanten Informationen werden aggregiert dargestellt, sodass der Nutzer mit wenig Aufwand eine für ihn passende Wahl treffen kann. Im Idealfall werden neue Gegenstände empfohlen, mit denen der Nutzer noch keine Erfahrungen sammeln konnte, und trotz dessen ein hoher Nutzwert durch den Erwerb für ihn entsteht. [Ricci et al. 2010, S. 2f] Sinnvoll erstellte Empfehlungen sind das Ziel, welches durch Aufbereiten und Filtern diverser Informationen erreicht wird [Schwartz 2011, S. 65ff].

Empfehlungen durch Empfehlungssysteme müssen für Nutzer jederzeit sehr einfach und überall zur Verfügung stehen und dürfen keine Kosten für den Nutzer verursachen, damit eine Akzeptanz solcher Systeme erreicht wird. Empfehlungssysteme nutzen gemäß Komkhao (2013) zurückliegende Präferenzen von Nutzern, um individuell zugeschnittene Empfehlungen zu generieren und haben das Ziel, vor allem unbekannte Items (noch nicht bewertet) zu

empfehlen, die aber sehr gut zu den Präferenzen des Nutzers passen. Ebenfalls wichtig ist das Empfehlen von Items, die zu den Präferenzen passen und von anderen Nutzern als sehr gut bewertet wurden. [Komkhao 2013, S. 1f]

Kontextorientierte Empfehlungssysteme oder *Context-aware Recommender Systems (CARS)* sind ausgehend vom Kontext Empfehlungssysteme, die bei der Empfehlung von Items die aktuelle Situation berücksichtigen.

“Context-aware recommender systems (CARS) adapt to the specific situation in which the recommended item will be consumed.” [Baltrunas et al. 2011a, S. 89]

Durch die Berücksichtigung des aktuellen Kontextes werden relevantere Empfehlungen generiert, die den Nutzer in seiner aktuellen Situation (z.B. Ort und zeit) besser unterstützen [Adomavicius et al. 2011, S. 67]. In vielen Anwendungsgebieten verlieren Applikationen, die den Kontext bei der Empfehlungsgenerierung nicht berücksichtigen, an Qualität, weil viele relevante Parameter nicht berücksichtigt werden [Hariri et al. 2013, S. 9].

4.3.2.2 Musikempfehlungssysteme

Die Musikkonsumenten in der heutigen Zeit stehen unterwegs häufig vor der Herausforderung, für sie relevante Musiktitel bereitzustellen. Wie bereits in Kapitel 4.1.2.1 erläutert, ergibt sich eine zunehmende Auswahl und Flexibilität bei der Musikeinspielung durch die Weiterentwicklung von Trägermedien, die Entwicklung von kompakten Audioformaten und letztendlich die Trennung vom Trägermedium bei Musikstreamingdiensten [Wieczorkowska et al. 2006, S. 307]. Abbildung 34 zeigt die Auswahlmöglichkeit zwischen den verschiedenen Musiktiteln nach Medium auf.

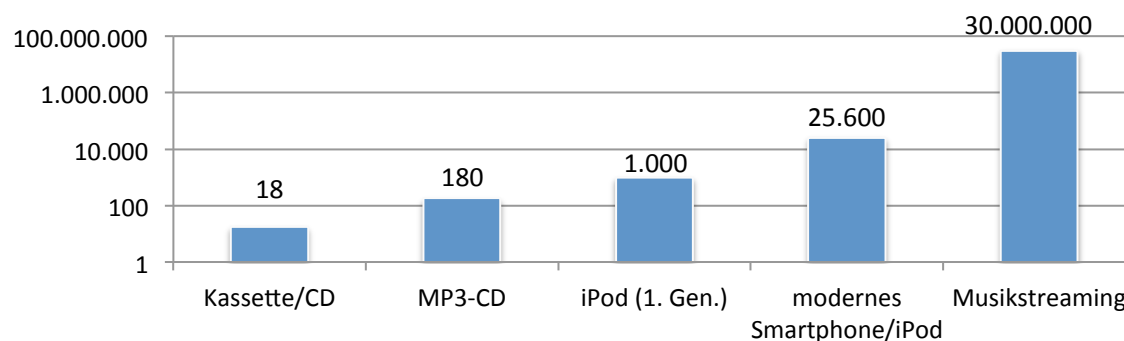


Abbildung 34: Verfügbare Musiktitel nach Medium⁴⁸

⁴⁸ Basiert auf einer durchschnittlichen Musiktitellänge von fünf Minuten, zudem wurde bei der Darstellung der Grafik zur Übersichtlichkeit eine logarithmische Verteilung gewählt (\log_{10}).

Während bei der Musikkassette oder CD lediglich etwa 18 Titel zur Verfügung stehen und die Kapazität des ersten iPods etwa 1.000 Titel umfasst, kann der Nutzer bei Musikstreamingdiensten auf etwa 30 Millionen Titel zugreifen.

Diese große Auswahlmöglichkeit trifft mittlerweile auch auf andere Medien zu. Hinzu kommt die hohe Konsumrate von Musiktiteln im Vergleich zu anderen Medien. Während eine Person, die bei einem Musikstreamingdienst registriert ist, etwa 25 unterschiedliche Musiktitel pro Tag konsumiert, liest der Besitzer eines E-Book-Readers nur circa 24 Bücher pro Jahr. Eine Auswahl ist demnach häufig gefordert und zeitkritisch. [Lamere 2012, S. 9ff]

Weiterhin wird nur ein geringer Teil der verfügbaren Musik auf den Endgeräten gehört. Studien haben gezeigt, dass Nutzer eines iPods beispielsweise im Durchschnitt etwa 3.500 Titel auf ihrem Gerät haben, jedoch 65 Prozent dieser Titel niemals hören. [Lamere 2012, S. 16]

Die manuelle Auswahl über Titel, Artist oder Album ist nicht länger ausreichend für die Nutzer. Die Art und Weise wie Musik organisiert und Musikinformationen abgerufen werden erfordert neue Entwicklungen um die ständig steigende Nachfrage nach einem einfachen und effektiven Zugriff auf die Musik zu ermöglichen. [Casey et al. 2008, S. 668f]

Mit Hilfe von *Musikempfehlungssystemen* (engl. Music Recommender Systems, kurz: MRS) sollen die Konsumenten bei dieser Aufgabe der Musikauswahl unterstützt werden und individuelle Musikempfehlungen erhalten. Musikempfehlungssysteme generieren auf Basis von Nutzerprofilen passende Musikempfehlungen, verringern das Problem der Informationsüberflutung und stellen deshalb ein Entscheidungsunterstützungssystem dar [Kaminskas & Ricci 2011, S. 183f].

“Music recommender systems are decision support tools that reduce the information overload by retrieving relevant music items based on a user’s profile.” [Kaminskas & Ricci 2011, S. 183]

Musikempfehlungssysteme können mittels verschiedener Verfahren und Faktoren Empfehlungen generieren. Dabei spielen die Merkmale der einzelnen Musikstücke neben den Nutzerprofilen eine bedeutende Rolle.

Genau wie sich der Kontext in verschiedene Faktoren und Parameter einteilen lässt, lässt sich auch Musik nach verschiedenen Parametern klassifizieren (siehe Abbildung 35). Aus der Perspektive des Musikverständnisses können Musiktitel anhand von Low-Level- und Mid-Level-Eigenschaften unterschieden werden. Hinzu kommen Top-Level-Merkmale, die angeben, wie Menschen Musik wahrnehmen und interpretieren. [Fu et al. 2011, S. 304f]

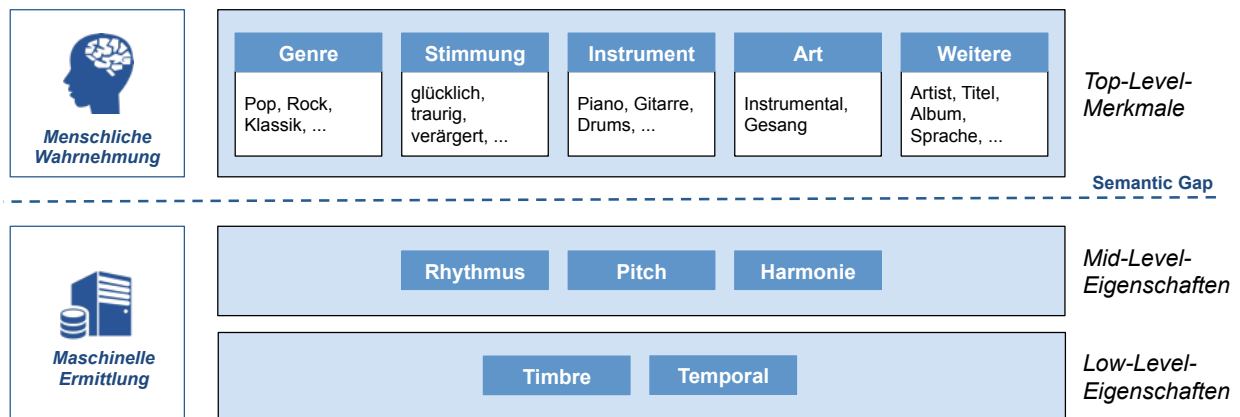


Abbildung 35: Klassifikation von Musiktiteln
(in Anlehnung an [Fu et al. 2011, S. 304])

Die *Low-Level-Eigenschaften* können in Timbre- und Temporal-Eigenschaften unterteilt werden. Timbre bezeichnet dabei die kurzfristige tonale Qualität, die mit den unterschiedlichen Instrumenten zusammenhängt. Temporale Eigenschaften geben die Variation und Entwicklung des Timbres über die Zeit an. Diese Low-Level-Eigenschaften können sehr gut automatisch mit einfachen Verfahren ermittelt werden.

Mid-Level-Eigenschaften werden aus den Low-Level-Eigenschaften generiert und bestehen im Wesentlichen aus den drei Klassen Rhythmus, Pitch und Harmonie. Eine der wichtigsten automatisch bestimmbaren Mid-Level-Eigenschaften für die Musikempfehlung ist die Angabe der Beats per Minute⁴⁹ (BPM), welche dem Rhythmus zuzuordnen ist. Weiterhin können Musikparameter wie Valence oder Energie automatisch anhand der Mid-Level-Eigenschaften bestimmt werden.

Zwischen diesen Mid-Level-Eigenschaften und den Top-Level-Merkmalen besteht ein Bruch (*Semantic Gap*), da die Top-Level-Merkmale nicht aus den Musikeigenschaften abgeleitet werden können.

Bei den *Top-Level-Merkmalen* handelt es sich um abstrakte Merkmale, die auf der menschlichen Wahrnehmung beruhen und die für Musikempfehlungen eine hohe Relevanz haben. Zu diesen Merkmalen zählen beispielsweise das Genre, die Musikstimmung, die genutzten Instrumente, die Art der Musik und viele weitere Parameter (Artist, Titel, Album, ...).

⁴⁹ Als Beats per Minute werden Impulse in Musikstücken bezeichnet, die das Tempo der Musik bestimmen [Scheirer 1998, S. 588].

Diese Merkmale der Musik werden häufig als sogenannte Musikmetadaten mit dem eigentlichen Musikstück gespeichert.⁵⁰

Es existieren zwei klassische Verfahren der Musikempfehlung, neben denen sich unter anderem ein moderner Ansatz entwickelt hat (siehe Abbildung 36).

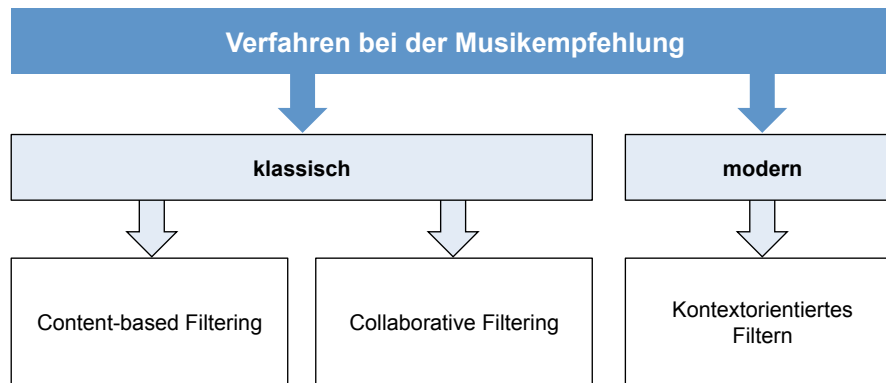


Abbildung 36: Ausgewählte Verfahren der Musikempfehlung

Die klassischen Verfahren sind das Content-based Filtering (siehe 4.3.2.2.1) und das Collaborative Filtering (siehe 4.3.2.2.2). Hinzu kamen in den letzten Jahren hybride Verfahren, die Content-based Filtering und Collaborative Filtering kombinieren. Außerdem wurde erkannt, dass die Hörsituation des Nutzer immer bedeutender wird, wodurch der Ansatz des kontextorientierten Filterns von Musik Berücksichtigung fand. Dieser Ansatz wird im Rahmen der kontextorientierten Musikempfehlungssysteme in Kapitel 4.3.2.3 erläutert. Auch hier besteht die Möglichkeit der Kombination dieses Ansatzes mit einem klassischen Verfahren.

4.3.2.2.1 Content-based Filtering

Beim *Content-based Filtering* (CBF) basieren die Empfehlungen im Wesentlichen auf den Metadaten der Musiktitel (z.B. dem Genre, dem Titel oder dem Erscheinungsjahr) und den Daten eines Nutzerprofils. Zu Beginn dieses Verfahrens werden alle relevanten Informationen der in einem System vorhandenen Musiktitel extrahiert und für den späteren Gebrauch festgehalten. [Ricci et al. 2010, S. 75ff]

Im weiteren Verlauf werden die Musikpräferenzen des Nutzers erfasst und in Form eines Nutzerprofils gespeichert. Gegebenenfalls werden in solch einem Profil auch demo- oder geografische Daten abgelegt. Ein Nutzerprofil kann entweder leer oder durch manuelle Eingaben des Nutzers erzeugt werden. [Celma 2008, S. 24ff]

⁵⁰ Weitere Informationen und Beispiele zu den Musikmetadaten werden in Kapitel 6.2.3.4 gegeben.

Das Nutzerprofil wird im weiteren Verlauf automatisch anhand von den Feedbacks des Nutzers aktualisiert. Ein Feedback kann explizit oder implizit erfolgen. Explizite Feedbacks werden in der Regel in Form von Ratings abgegeben. Dabei kann der Nutzer entweder einen Wert auf einer diskreten Skala (bspw. von 0 bis 10) oder einen binären Wert (z.B. *gefällt mir* oder *gefällt mir nicht*) bestimmen. Ein implizites Feedback wird hingegen passiv von den Aktionen des Nutzers abgeleitet, d.h. beispielsweise durch eine Analyse der bereits gehörten Musiktitel oder durch eine Analyse der verwendeten Buttons des Musikplayers (bspw. Play, Pause, Skip oder Stop). [Celma 2008, S. 28f]

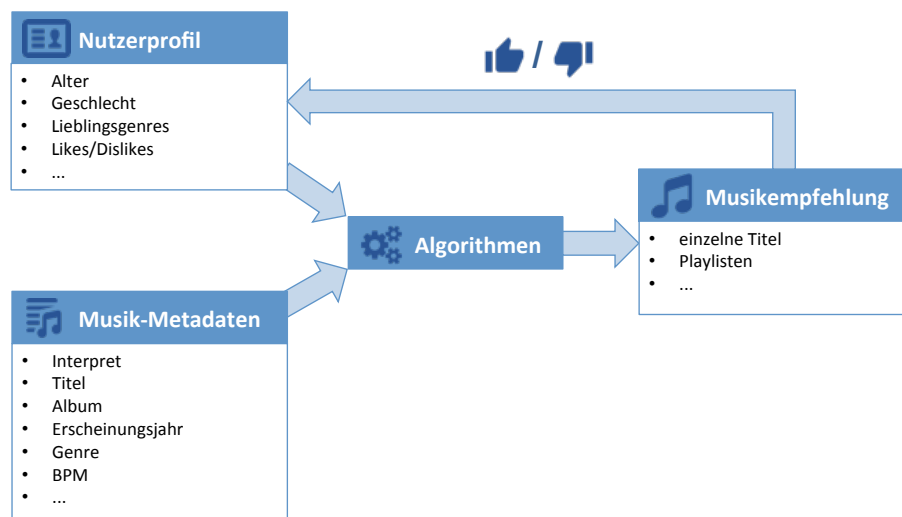


Abbildung 37: Verfahren des Content-Based Filtering

Die Musikempfehlungen entstehen schließlich aus einem Vergleich der im Nutzerprofil vorhandenen Nutzerdaten mit den Metadaten der Musiktitel (siehe Abbildung 37). Es werden zu den vom Nutzer bereits bekannten Musiktiteln ähnliche Titel herausgefiltert und als Empfehlung präsentiert. Ein durch den Nutzer abgegebenes Feedback zu den ausgesprochenen Empfehlungen kann zudem zu einem exakteren Nutzerprofil und damit zu nützlicheren Empfehlungen führen. [Ricci et al. 2010, S. 75ff]

Ein bekannter Musikstreamingdienst, der CBF verwendet, ist *Pandora*⁵¹. Hier fügt der Nutzer seinem Profil einen Song oder Künstler hinzu. Das System sucht dann nach Musiktiteln, die aufgrund der Eigenschaften der eingegebenen Musik entspricht. Es können bis zu 500 Parameter sein, die die Auswahl bestimmen. [Kaminskas & Ricci 2012, S. 99]

⁵¹ Siehe www.pandora.com.

4.3.2.2 Collaborative Filtering

Das *Collaborative Filtering* (CF) benötigt im Gegensatz zum CBF keine Kenntnisse über die Eigenschaften der Musiktitel. Die grundlegende Idee dieser Methode besteht darin, bei einer starken Überlappung von Nutzerprofilen davon auszugehen, dass diese Nutzer auch in Zukunft die gleichen Präferenzen haben werden. [Jannach et al. 2010, S. 2f]

Haben beispielsweise ein Nutzer A und ein Nutzer B in der Vergangenheit mehrere gleiche Musiktitel konsumiert, so wird angenommen, dass die beiden Nutzer über ähnliche Interessen verfügen. Hört nun der Nutzer B einen weiteren Musiktitel, so wird vermutet, dass der Nutzer A diesen Titel ebenfalls konsumieren möchte (siehe Abbildung 38).

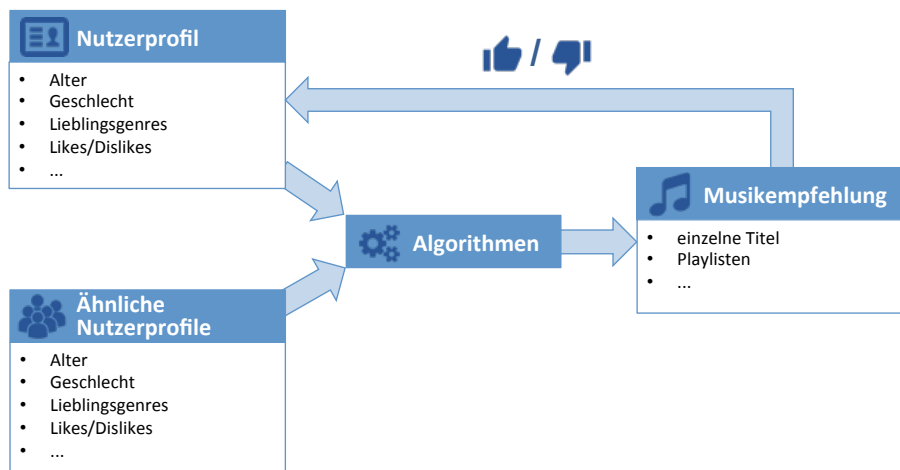


Abbildung 38: Verfahren des Collaborative Filtering

Ein bekannter Dienst, der CF verwendet, ist *last.fm*⁵². Der Nutzer wählt hierbei einen Künstler aus, den er hören möchte. Das System generiert daraufhin einen personalisierten Radiosender, indem das Hörverhalten des Nutzers (Häufigkeit gehörter Musiktitel, Favoriten usw.) verwendet wird, um ähnliche Nutzerprofile zu finden. Deren gehörte Musiktitel werden anschließend dem Zielnutzer eingespielt. [Kaminskas & Ricci 2012, S. 99]

4.3.2.3 Kontextorientierte Musikempfehlungssysteme

Mit dem CBF und dem CF können einem Nutzer Empfehlungen unter Berücksichtigung seiner Präferenzen ausgesprochen werden. Erfolgt kurzfristig keine Änderung der Präferenzen eines Nutzers, funktionieren Empfehlungssysteme, die aus dem zuvor beobachteten Verhalten auf das künftige Verhalten schließen. In vielen Bereichen und insbesondere beim Hören von Musik

⁵² Siehe www.lastfm.de.

spielt jedoch der Kontext eine entscheidende Rolle. Die Aktivität, die Umgebung oder die Stimmung eines Nutzers kann beispielsweise kurzfristig zur Veränderung der Musikpräferenzen führen. [Baltrunas et al. 2010, S. 1]

Um für einen Nutzer das bestmögliche Ergebnis zu erzielen, sollten Empfehlungssysteme sowohl die Präferenzen des Nutzers, die Eigenschaften der Musik, als auch den jeweiligen Kontext berücksichtigen (siehe Abbildung 39). Somit werden nicht nur personalisierte, sondern auch der aktuellen Situation entsprechende Empfehlungen gegeben. [Seppänen & Huopaniemi 2008, S. 2]

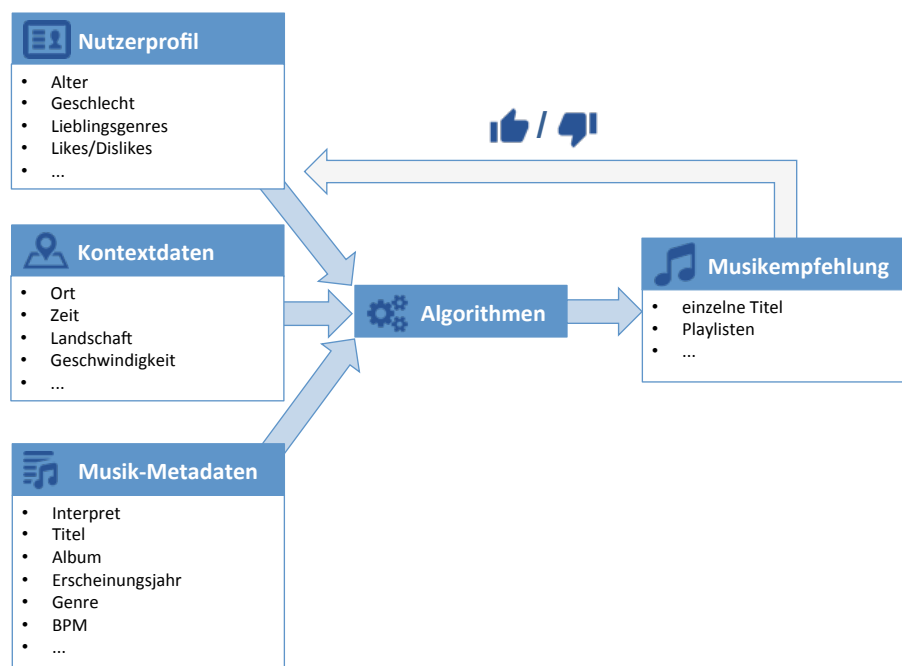


Abbildung 39: Kontextorientierte Musikempfehlung
(in Anlehnung an [Seppänen & Huopaniemi 2008, S. 3])

Diese *kontextorientierten Musikempfehlungssysteme* sind hauptsächlich unter dem Begriff *Context-aware Music Recommender Systems (CAMRS)* bekannt.

„The idea [of CAMRS] is to recommend music depending on the user’s actual situation, emotional state, or any other contextual condition that might influence the user’s emotional response and therefore the evaluation of the recommended items.“ [Ricci 2012, S. 865]

Aufgrund der Berücksichtigung kurzfristiger Änderungen ist das Interesse in diese Systeme in den letzten Jahren besonders stark gestiegen. So gibt es bereits Forschungsprojekte und daraus resultierende Prototypen, welche die Musikeinspielung anhand einzelner Kontextfaktoren

wie *Ort* [Camurri et al. 2010; Kaminskis & Ricci 2011; Kim et al. 2006; Lee & Lee 2007; Lehtiniemi 2008; Schedl et al. 2014a], *Zeit* [Lehtiniemi 2008; Park et al. 2006; Resa 2010; Schedl et al. 2014a; Su et al. 2010], *körperliche Aktivitäten* [Elliott & Tomlinson 2006; Nirjon et al. 2012; Wijinalda et al. 2005] oder *Wetter* [Park et al. 2006; Schedl et al. 2014a; Su et al. 2010] anpassen. Obwohl die Stimmung einer der wichtigsten Kontextfaktoren bei der Musikauswahl ist, wird sie nur selten verwendet. Dies liegt vor allem an der komplexen und schweren Erfassung von Emotionen gerade im mobilen Umfeld [Dhall et al. 2014, S. 461]. Ein Überblick und Vergleich verschiedener Prototypen aus dem Bereich der CAMRS kann Anhang A 4 entnommen werden.

Aktuelle kommerzielle Musikempfehlungssysteme berücksichtigen diese Aspekte jedoch noch nicht in größerem Umfang [Wang et al. 2012a, S. 99]. Wie bereits erwähnt hat, Google jedoch den Musikstreamingdienst *Songza*⁵³ gekauft und dessen Concierge-Funktion zur Musikempfehlung in seinen eigenen Musikstreamingdienst *Play Music All Access*⁵⁴ integriert (siehe Abbildung 40).

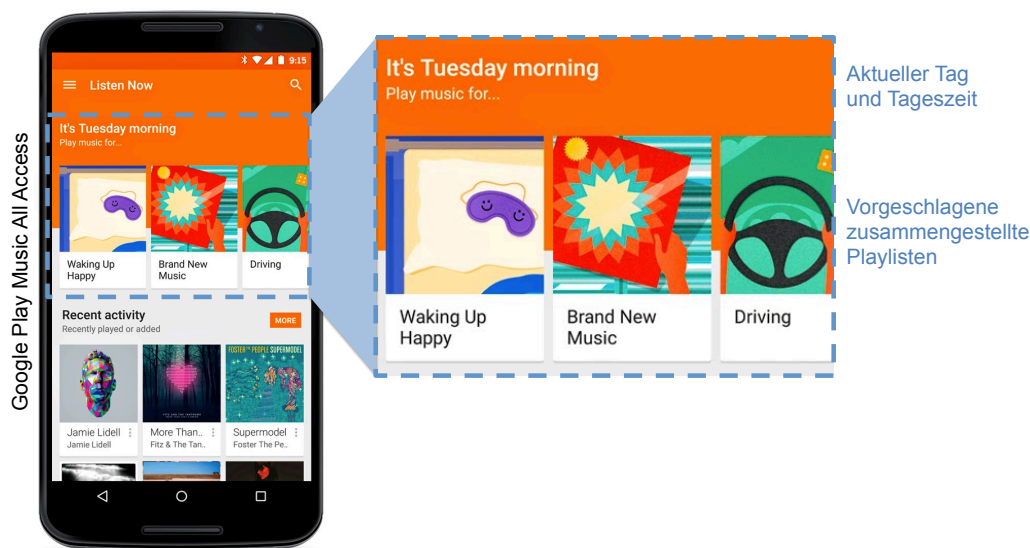


Abbildung 40: Tages- und zeitbezogene Musikempfehlung bei Google Music All Access
(Quelle: Google)

Dabei werden dem Nutzer bei dem Dienst verschiedene Playlists tages- und zeitabhängig angeboten. So ist es in dem Anwendungsbeispiel Dienstagmorgen, 9:15 Uhr und dem Nutzer werden die Playlists *Waking Up Happy*, *Brand New Music* und *Driving* angeboten.

⁵³ Siehe www.songza.com.

⁵⁴ Siehe <https://play.google.com/about/music/allaccess>.

Auch Spotify hat im Juni 2015 angekündigt, kontextorientierte Musikempfehlungen in seinen Dienst unter dem Namen *Spotify Now*⁵⁵ zu integrieren. Ähnlich wie bei Google Play Music All Access werden auf einer neuen Startseite tageszeitabhängig und zudem nach den Hörgewohnheiten des Nutzers Playlisten empfohlen. Zudem wurde *Spotify Running*⁵⁶ gestartet, wobei Musik während des Laufens eingespielt wird, die vom Tempo der Laufgeschwindigkeit angepasst ist (siehe Abbildung 41). Die Geschwindigkeit des Nutzers wird dabei in Schritten pro Minute durch die Sensoren des Smartphones erfasst und die Musik anhand der Beats per Minute entsprechend eingespielt. [Musically 2015]

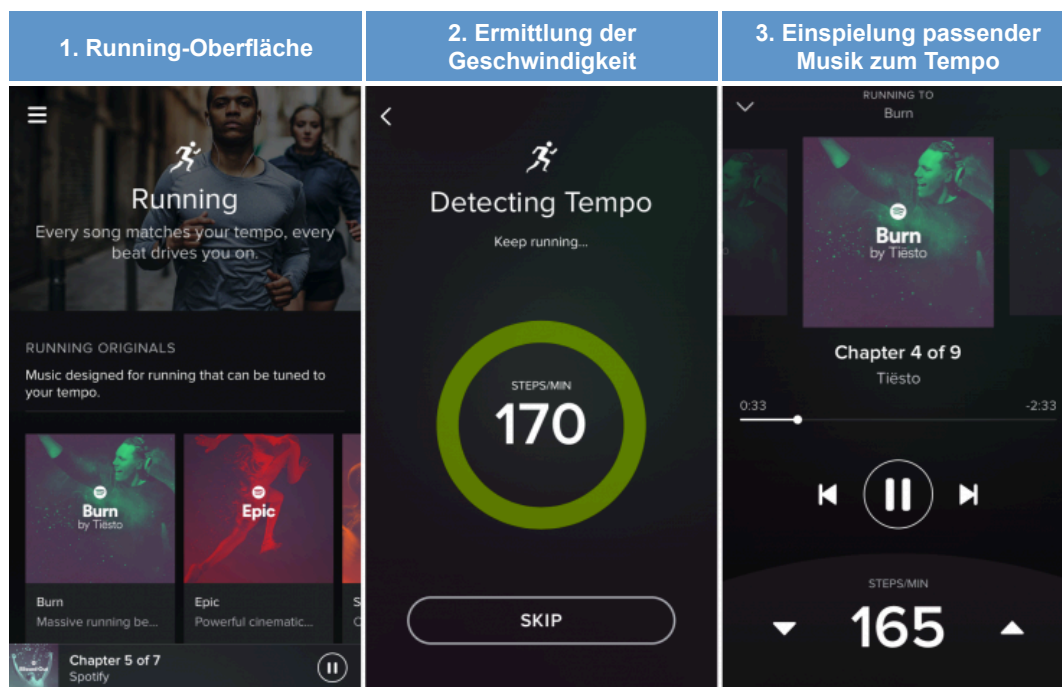


Abbildung 41: Geschwindigkeitsbezogene Musikeinspielung bei Spotify Running
(Quelle: Spotify)

Bei beiden Diensten ist zur tages- und zeitabhängigen Empfehlung jedoch noch Nutzerinteraktion erforderlich, da lediglich Playlisten empfohlen werden und nicht direkt Musik ausgewählt und eingespielt wird. Zudem wird lediglich der Kontextfaktor Zeit bzw. bei Spotify Running das Tempo berücksichtigt und nicht ein Zusammenspiel aus mehreren Kontextfaktoren, die heutzutage problemlos erfasst werden können.

⁵⁵ Siehe www.spotify.com/de/now.

⁵⁶ Siehe www.spotify.com/de/running.

4.3.2.3.1 Literaturanalyse

Um die historische Entwicklung, den Fortschritt im Forschungsgebiet und den Forschungsbedarf im Bereich der kontextorientierten Musikempfehlungssysteme aufzuzeigen sowie relevante Synonyme zu identifizieren, wurde eine Literaturanalyse durchgeführt. Die Literaturanalyse wurde im November 2013 durchgeführt und im November 2014 aktualisiert, um neu erschienene Literatur zu erfassen. Das Vorgehen bei der Analyse wurde an [Webster & Watson 2002] sowie [Moher et al. 2010] angelehnt.

Die verwendeten Synonyme zur Literaturanalyse wurden der bereits vorhandenen Literatur aus dem Themengebiet entnommen und zudem aus dem allgemeineren Bereich der kontextorientierten Dienste abgeleitet. Die Tabelle 9 stellt die verwendeten Begriffe für die Literaturanalyse dar.

Tabelle 9: Verwendete Begriffe für die Literaturanalyse

Begriff	Quellen/Herkunft
Kontextbasierte Musikempfehlung(-ssysteme)	[Baumann 2005]
Kontextbezogene Musikempfehlung(-ssysteme)	Ableitung von Kontextbezogene Systeme
Kontextorientierte Musikempfehlung(-ssysteme)	Ableitung von Kontextorientierte Systeme
Kontextbewusste Musikempfehlung(-ssysteme)	Ableitung von Kontextbewusste Systeme
Kontextsensitive Musikempfehlung(-ssysteme)	Ableitung von Kontextsensitive Systeme
Context-aware music recommendation/recommender system	[Baltrunas et al. 2011a]
Context-based music recommendation/ recommender system	[Han et al. 2010]
Contextual music recommendation/ recommender system	[Cai et al. 2007]
Contextual music retrieval and recommendation	[Kaminskas & Ricci 2012]
Location-adapted music recommendation/ recommender system	[Kaminskas & Ricci 2011]
Location-aware music recommendation/ recommender system	[Braunhofer et al. 2013]
Situation-aware music recommendation/ recommender system	[Rho et al. 2013]

Dabei wurden die deutschen Begriffe *Kontextbezogene*, *Kontextorientierte*, *Kontextbewusste* und *Kontextsensitive Musikempfehlung(-ssysteme)* von dem jeweiligen Synonym der

Kontextorientierten Systeme abgeleitet (siehe Kapitel 3.4.1, Tabelle 5). Der Begriff *Kontextbasierte Musikempfehlung(-ssysteme)* wurde einem bereits erfassten Artikel entnommen. Dies gilt ebenso für sämtliche englischsprachige Synonyme.

Die anschließende Literaturerfassung und -auswahl erfolgte in einem mehrstufigen Prozess (siehe Abbildung 42).

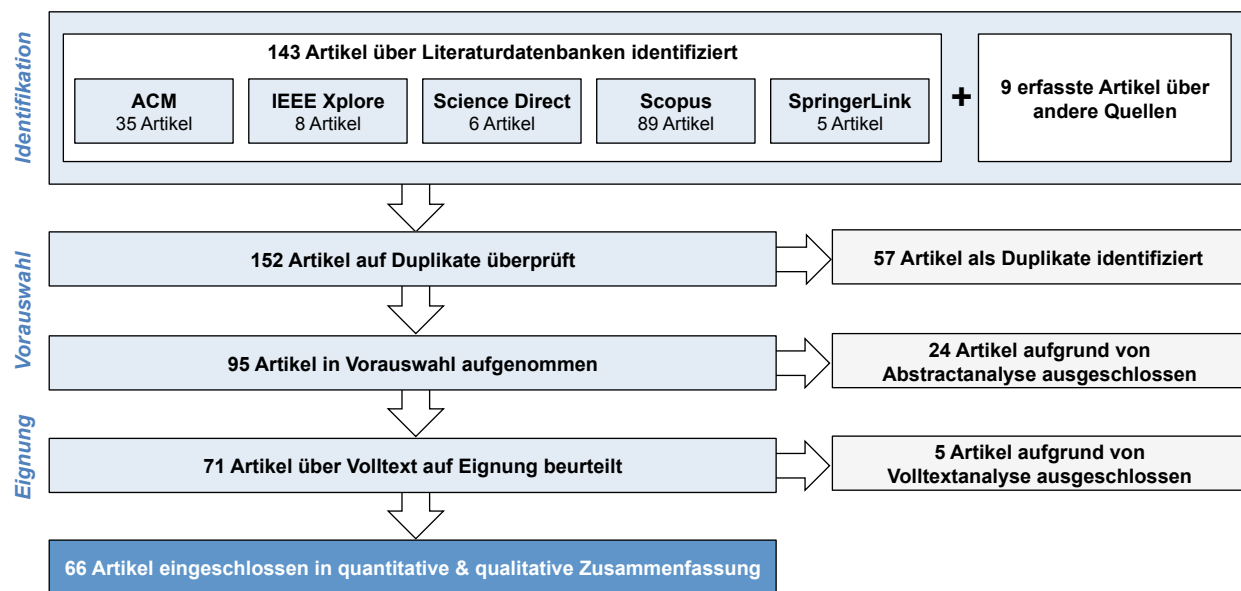


Abbildung 42: Vorgehen bei der Literaturanalyse zu CAMRS
(in Anlehnung an [Moher et al. 2010])

Im ersten Schritt wurden die genannten Suchbegriffe über die Titel- und Abstractsuche von fünf Literaturdatenbanken verwendet. Dazu wurden die großen zur Verfügung stehenden Literaturdatenbanken verwendet, die einen IT-Schwerpunkt haben. Dies sind ACM Digital Library⁵⁷, IEEE Xplore Digital Library⁵⁸, Science Direct⁵⁹, Scopus⁶⁰ und SpringerLink⁶¹. Diese wurden durch neun bereits erfasste Artikel ergänzt.

Im zweiten Schritt wurden die insgesamt 152 erfassten Artikel von Duplikaten bereinigt. Anschließend wurden die übrigen 95 Artikel einer Abstractanalyse unterzogen und 24 Artikel ausgeschlossen. Diese Vorauswahl von 71 Artikeln wurde anhand einer Volltextanalyse auf

⁵⁷ Siehe www.dl.acm.org.

⁵⁸ Siehe www.ieeeexplore.ieee.org.

⁵⁹ Siehe www.sciencedirect.com.

⁶⁰ Siehe www.scopus.com.

⁶¹ Siehe www.link.springer.com.

Eignung für das Themenfeld untersucht. Letztendlich wurden 66 Artikel als geeignet identifiziert und abschließend historisch sowie nach Forschungsschwerpunkt eingeordnet.

Die eingeschlossenen Artikel wurden im Zeitraum von 2002 bis 2014 veröffentlicht. Generell zeigt sich ein Wachstum der Veröffentlichungen im Bereich der CAMRS (siehe Abbildung 43).

Besonders von 2012 auf 2013 stieg die Anzahl der Veröffentlichungen von 10 auf 17 deutlich an. Die geringere Anzahl im Jahr 2014 ist darauf zurückzuführen, dass die Literaturanalyse im November abgeschlossen wurde und viele Veröffentlichungen für das Jahr 2014 sich somit noch im Veröffentlichungsprozess befinden und wahrscheinlich erst im Jahr 2015 veröffentlicht werden. Die Einbrüche in den Jahren 2007 und 2009 lassen sich durch die Einführung neuer marktverändernder Technologien⁶² erklären, die dazu geführt haben, dass Forschungen mit zeitlicher Verzögerung angepasst wurden und diese Technologien adaptierten. Eine Einordnung sämtlicher Artikel nach verwendetem Begriff kann Anhang A 10 entnommen werden.

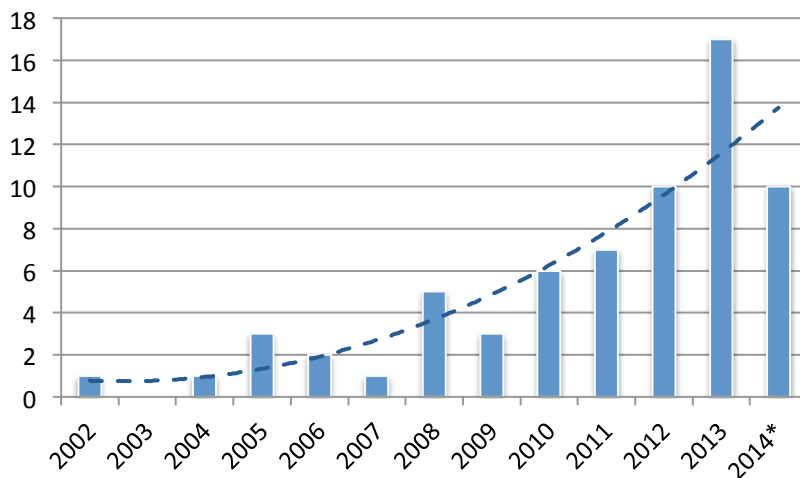


Abbildung 43: Veröffentlichungen im Bereich CAMRS nach Jahr
(*Das Jahr 2014 wurde nicht komplett erfasst.)

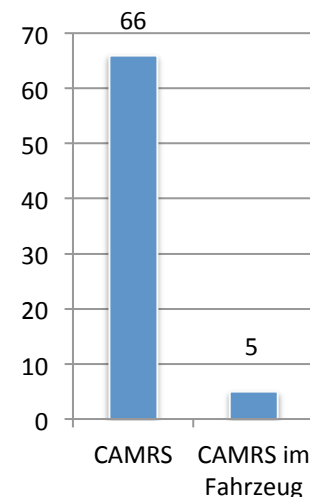


Abbildung 44: Gesamtzahl der Veröffentlichungen

Zudem ergab die Literaturanalyse einen Schwerpunkt in der praktischen Umsetzung von Prototypen oder der Entwicklung von Verfahren zur kontextorientierten Musikeinspielung. 50 Quellen wurden als praktische Arbeit identifiziert und lediglich 16 Quellen hatten einen rein theoretischen bzw. empirischen Fokus. Diese Ausrichtung der Forschung im Bereich der CAMRS unterstützt die hohe Praxisrelevanz dieser Thematik.

⁶² Einführung des iPhones als erstes massenmarktfähiges Smartphone im Jahr 2007 und breittflächiger Einsatz von GPS-Modulen in Smartphones im Jahr 2009.

4.3.2.3.2 Kontextorientierte Musikempfehlungssysteme im Fahrzeug

Trotz des stetigen Anstiegs der Veröffentlichungen im Bereich der CAMRS gibt es kaum Veröffentlichungen, die sich speziell mit dem Fahrkontext und der Musikempfehlung im Fahrzeug beschäftigen. Lediglich fünf der identifizierten 66 Veröffentlichungen befassen sich mit diesem speziellen Bereich der CAMRS im Fahrzeug (siehe Abbildung 44).

Unter diesen fünf Artikeln befindet sich mit [Helmholz et al. 2014] auch ein Beitrag des Autors der Dissertation. Bei den anderen vier Veröffentlichungen handelt es sich um zwei Beiträge, die sich rein auf die kontextorientierte Musikeinspielung im Fahrzeug beziehen und um weitere zwei Beiträge, die allgemein die kontextorientierte Musikeinspielung im mobilen Umfeld behandeln aber Ansätze für das Fahrzeug einschließen. In Tabelle 10 wird ein Überblick über diese fünf Veröffentlichungen gegeben.

Tabelle 10: Veröffentlichungen zur kontextorientierten Musikeinspielung im Fahrzeug

Jahr	Titel	Quelle
2011	InCarMusic: Context-Aware Music Recommendations in a Car ¹	[Baltrunas et al. 2011a]
2012	Rushed or Relaxed? - How the Situation on the Road Influences the Driver's Preferences for Music Tracks ¹	[Baltrunas et al. 2012]
2012	A daily, activity-aware, mobile music recommender system ²	[Wang et al. 2012b]
2014	Mobile Music Genius: Reggae at the Beach, Metal on a Friday Night? ²	[Schedl et al. 2014a]
2014	AmbiTune: Bringing Context-Awareness to Music Playlists while Driving ^{1,3}	[Helmholz et al. 2014]

¹ Artikel befasst sich ausschließliche mit der kontextorientierten Musikeinspielung im Fahrzeug.

² Artikel befasst sich allgemein mit der kontextorientierten Musikeinspielung, bietet aber Ansätze für das Fahrzeug.

³ Artikel ist eigene Veröffentlichung des Autors der Dissertation.

Baltrunas et al. (2011) entwickelten ein Konzept für ein CAMRS im Fahrzeug namens *InCarMusic*. Dieses System ist dafür bestimmt, Musikempfehlungen für ein oder mehrere Insassen eines Autos unter Berücksichtigung des Kontextes auszusprechen. Eine eigens entwickelte Webschnittstelle⁶³ erfasst die Musikpräferenzen der jeweiligen Insassen in bestimmten Situationen. Die Insassen werden über die Kontaktliste des Smartphones bezogen und sind jeweils mit einem Benutzerkonto des Musikdownloaddienstes *MusicLoad* verknüpft.

⁶³ Grafische Benutzeroberfläche, über die ein Benutzer mit Hilfe eines Webbrowsers mit einem System interagieren kann.

Die App *InCarMusic* ermöglicht dadurch den Nutzern, die auf dem Smartphone vorhandene Musikkollektion über diesen Dienst durch Musikkäufe zu erweitern. [Baltrunas et al. 2011a]

Baltrunas et al. (2012) konzipieren und präsentieren eine Methode, um Nutzerprofile zu identifizieren, die für Musik-Titel-Empfehlungen im Auto genutzt werden. Diese Methode wurde durch die Erkenntnisse einer Nutzerstudie entwickelt. In der Nutzerstudie werden typische Situationen auf der Straße in einem Fahrsimulator generiert, anhand dessen Nutzer ein Rating anfertigen. [Baltrunas et al. 2012]

Im Beitrag von Wang et al. (2012) wird ein Prototyp für kontextsensitive mobile Musikempfehlung vorgestellt und evaluiert, der tägliche Aktivitäten (z.B. Laufen, Studieren, Schlafen, Arbeiten, Auto fahren) mit Musiktiteln verbindet, die anhand einer Musikinhaltsanalyse am wahrscheinlichsten zur jeweiligen Aktivität passen, und somit die entsprechenden Songs empfehlen kann. [Wang et al. 2012b]

Schedl et al. (2014) entwickeln mit *Mobile Music Genius* eine mobile kontextorientierte Applikation zur Musikeinspielung, die angesichts des Nutzerkontextes (Sensordaten, zeitlicher Kontext) eine schnelle Anpassung der Musikplaylists gewährt. Diese Applikation eignet sich demnach auch für die Anwendung im Fahrzeug. [Schedl et al. 2014a]

5 Studien zur kontextorientierten Musikwiedergabe im Fahrzeug

Nachdem aufgezeigt wurde, welche Möglichkeiten kontextorientierte Musikempfehlung bietet, wie sich die spezielle Situation des Autofahrens in Bezug auf das Hören von Musik darstellt und welche Ansätze bisherige Systeme bieten, werden nun eigene Nutzerstudien zur kontextorientierten Musikeinspielung im Fahrzeug vorgestellt.

Die Studien dienen als erklärungsorientierter Anteil zum Aufbau einer Wissensbasis im Forschungsbereich und als Konzeptionsinput bei der iterativen Umsetzung der Prototypen aus Kapitel 6.

Tabelle 11: Durchgeführte Studien zur kontextorientierten Musikwiedergabe

Studie	Jahr	Verweis
Ortsbezogene Dienste im Fahrzeug - Eine empirische Ermittlung der Nutzerbedürfnisse	2011	Anhang A 2
Eine empirische Untersuchung der Nutzung des personalisierten Radiodiensten im Fahrzeug	2012	Anhang A 1
Workshop: Fahrsituation und Infotainment	2012	Anhang A 12
Hörverhalten von Musik und Verwendung von Elementen personalisierter Musikdienste im Fahrzeug	2013	Anhang A 13
Wahrnehmung des Umfelds durch den Fahrer	2013	Kapitel 5.3, Anhang A 8 & A 9
Bewertung von kontextorientierter Musikeinspielung im Fahrzeug	2014	Anhang A 14
Contextual Inquiries und Personas zur Nutzung des Radios im Fahrzeug	2014	Anhang A 16
Untersuchung zur Abhängigkeit von Fahrtkontext und der Musikpräferenz	2014	Kapitel 5.2, Anhang A 7
Analyse des Einflusses von Hintergrundmusik auf die Belastung des Fahrers	2014	Kapitel 5.1, Anhang A 6

Es handelt sich um vielfältige kleinere Studien nach dem Design-Science-Ansatz, die statistisch keine Signifikanz überprüfen. Durch die einfachere Durchführung ist eine größere Anzahl an Studien und somit umfangreicheres Input möglich. Tabelle 11 gibt einen chronologischen Überblick über die durchgeführten Studien mit einem Verweis auf die Darstellung der Ergebnisse. Anschließend wird auf drei besonders relevante Studien explizit eingegangen.

Diese drei Hauptstudien wurden aus den definierten Zielen abgeleitet und dienen dazu herauszufinden, wie ein solches System aufgebaut werden muss und welche Kontextfaktoren es berücksichtigen sollte (siehe Abbildung 45).



Abbildung 45: Ziele der kontextorientierten Musikeinspielung und eigene Studien

Das erste Ziel ist die *Erhöhung der Fahrsicherheit* durch die Musikeinspielung. Dazu wird im Rahmen einer Fahrsimulatorstudie untersucht, wie sich unterschiedliche Musik auf die Fahrleistung auswirkt (siehe Kapitel 5.1).

Das zweite Ziel umfasst die *Berücksichtigung von Nutzerpräferenzen in bestimmten Fahrsituationen*. Hierzu wird eine Onlinebefragung durchgeführt, die einerseits die Bewertung unterschiedlicher Fahrsituationen und Musiktitel betrachtet und zudem das Matching von Musik und Fahrsituationen untersucht (siehe Kapitel 5.2).

Als drittes Ziel soll die *Wahrnehmung des Umfelds* durch den Fahrer berücksichtigt werden. Um dies zu erreichen, werden einerseits Fahrtvideostudien zur quantitativen Analyse der Wahrnehmung durchgeführt und andererseits Realfahrten zur qualitativen Analyse der Wahrnehmung umgesetzt (siehe Kapitel 5.3).

5.1 Wirkung von Musik auf die Fahrleistung

Um die Einflüsse von Musik bei der Autofahrt näher analysieren zu können, wurde eine Simulatordstudie durchgeführt, bei der die Fahrleistung bei unterschiedlicher Musik untersucht wurde.

Die Idee der eingeschränkten Aufnahmefähigkeit führte zu umfangreichen Forschungen im Bereich der kognitiven Belastung. Wie in Kapitel 4.3.1.1 beschrieben, stehen dem Menschen nur begrenzte Kapazitäten zur Bearbeitung von Tätigkeiten zur Verfügung, die auch durch unterbewusste Reaktionen, wie zum Beispiel Gefühlen, eingenommen werden. Der Autofahrer kann dabei durch vielfältige Tätigkeiten bewusst oder unterbewusst gefordert werden.

5.1.1 Untersuchung der Fahrtbelastung

Die Belastung kann sich sowohl körperlich als auch mental auswirken. Auf die physiologische Belastung sowie die mentale Belastung wird in den folgenden beiden Kapiteln eingegangen.

5.1.1.1 Physiologische Belastung

Beim Autofahren wird der Körper in unterschiedlichem Ausmaß beansprucht. Neben der körperlichen Beanspruchung durch die Hauptaufgabe des Autofahrens wirken umfangreiche Ablenkungen auf den Fahrer ein. Die Hauptaufgabe des Autofahrens erfolgt bei erfahrenen Autofahrern teilweise im Unterbewusstsein. Der Fahrer muss in den meisten monotonen Fahrsituationen kaum bewusst interagieren. Dafür muss er in vielen ungewohnten Situationen eine erhöhte Konzentration aufweisen. Durch die Navigation in einer neuen Umgebung, Nebengespräche mit dem Beifahrer oder am Telefon, die Bedienung des Infotainmentsystems oder reines Musikhören verlagert sich die Aufmerksamkeit und die mentale Belastung erhöht sich. Die körperliche Belastung bleibt aber mitunter bestehen. So ermüdet der Körper und die Muskeln werden weiterhin belastet. Die Belastung lässt sich über Körperfunktionen wie Puls, Hirnströme, Hautleitwert, Hauttemperatur oder Pupillenaktivität darstellen. [Gramann & Schandry 2009, S. 67ff]

5.1.1.2 Kognitive Belastung

Die innere kognitive Belastung variiert durch die Schwierigkeit der Aufgabe oder die Komplexität der Information an sich. Während einige Aufgaben leichter nachzuvollziehen sind, können andere sehr umfangreich und schwierig für die Probanden sein. Dabei wird davon ausgegangen, dass schwierigere Aufgaben auch eine höhere Belastung erzeugen. Als Beispiel führen Sweller et al. (1998) die unterschiedliche Schwierigkeit der Summierung von zwei

normalen Zahlen im Vergleich mit der Lösung einer Differentialgleichung an. [Sweller et al. 1998]

Diese als *Cognitive Load Theory* (CLT) bezeichnete Theorie wurde 1988 von dem australischen Forscher und Professor John Sweller entworfen, um Ansätze für die Optimierung der intellektuellen Leistungsfähigkeit zu finden [Sweller 1988]. Die Forschung basiert auf der Arbeit des Psychologen George A. Miller, der 1956 die These aufgestellt hat, dass das Arbeitsgedächtnis des durchschnittlichen Menschen lediglich sieben (plus/minus zwei) Objekte aufnehmen kann [Miller 1956]. Die CLT erweitert den Ansatz von Miller um die Annahme, dass verschiedene gleichzeitig durchgeführte Vorgänge das Arbeitsgedächtnis über- oder auch unterfordern können [Paas et al. 2004, S. 1]. Hohe kognitive Belastung kann zudem dazu führen, dass Gefühle unterdrückt werden. [van Dillen 2009].

Bei der Autofahrt wird der Fahrer durch andere Verkehrsteilnehmer, Verkehrsinfrastruktur und Begleitaktivitäten zunehmend gefordert. Die kognitive Belastung kann jedoch zwischen einzelnen Fahrsituationen stark variieren.

5.1.2 Verwandte Arbeiten

Für Untersuchungen zur Analyse von Fahreigenschaften können *Realfahrten* oder *Fahrsimulationen* verwendet werden. Dieses Kapitel geht zuerst auf Forschungen anhand von Realfahrten ein, bevor bereits durchgeführte Simulator-Studien vorgestellt werden. Ein Überblick über die Arbeiten und deren Ergebnisse ist Anhang A 5 zu entnehmen.

5.1.2.1 Realfahrtstudien

Brown untersuchte schon 1965 den Einfluss von Musik auf die Fahreigenschaften in leichtem und starkem Verkehr. Dabei konnte eine Verringerung von Brems- und Beschleunigungsvorgängen in leichtem Verkehr und eine Verlängerung der Fahrtdauer bei starkem Verkehr nachgewiesen werden [Brown 1965]. Konz und McDougal konnten 1968 auch einen Effekt von unterschiedlich schneller Musik auf das Fahrverhalten nachweisen [Konz & McDougal 1968], allerdings konnten diese Forschungen lediglich in kurzen Realfahrten getestet werden und unterliegen damit starken äußeren Einflüssen, da bei Realfahrten die Fahrsituationen variieren und die resultierenden Ergebnisse beeinflusst werden.

Brodsky und Kizner (2011) konnten in Realfahrten eine Veränderung des Wohlbefindens bei selbst gewählter Musik nachweisen. In zwei Fahrstudien konnte aber kein relevanter Einfluss auf die Fahreigenschaften gefunden werden. [Brodsky & Kizner 2012]

Brodsky und Slor (2013) analysierten den Einfluss von selbst gewählter Musik während einer Realfahrt. Die Probanden fuhren mit selbst ausgewählter Musik risikoreicher als ohne oder mit vorgegebener Musik. Zusätzlich wurden häufigere und schwerere Fahrverstöße festgestellt. Eine Kategorisierung der Fahrer anhand ihres Fahrverhaltens zeigte, dass der Anteil von „aggressiven“ Fahrern bei selbstgewählter Musik anstieg. [Brodsky & Slor 2013]

Lehtonen et al. (2013) untersuchten den Einfluss einer erhöhten kognitiven Belastung auf die Fahrer. Sie fanden in ihrer Forschung einen negativen Zusammenhang zwischen einer erhöhten kognitiven Belastung und einer vorausschauenden Fahrweise des Fahrers. Dabei wirkte sich eine erhöhte kognitive Belastung nicht direkt auf die Fahrteigenschaften aus. Trotzdem konnte durch Blickfeldmessungen nachgewiesen werden, dass der Fahrer bei Anstrengung seinen Blickpunkt näher an das Auto verlagert und somit weniger vorausschauend fahren konnte. Diese Forschungen lassen darauf schließen, dass der Fahrer bei einer höheren Belastung sein Blickfeld zentraler vor das Auto legt. [Lehtonen et al. 2013]

Recarte und Nunes (2002) untersuchten die Geschwindigkeit bei erhöhter Belastung. Sie analysierten dabei die Beachtung eines Tempo-Limits und die Überprüfung der Geschwindigkeit im Tachometer. Sie fanden in ihren Ergebnissen heraus, dass die meisten Fahrer eine der Belastung angemessene Geschwindigkeit wählen und eine höhere Geschwindigkeit nicht gezwungenermaßen eine erhöhte Belastung bedeutet. Sie vermuten eine U-förmige Belastungskurve, die bei zu geringer oder zu hoher Geschwindigkeit eine erhöhte Belastung aufweist. [Recarte & Nunes 2002]

Ein Überblick über die Realfahrtstudien zur Wirkung von Musik ist im Anhang A 5, Tabelle 29 zu finden.

5.1.2.2 Simulatorstudien

Realfahrten ermöglichen zwar die Beobachtung von realistischem Fahrverhalten, sind aber auch umständlich in ihrer Durchführung und variieren in den Testfällen. Fahrsimulationen ermöglichen sichere und identische Testfälle und werden häufig für Forschungen verwendet. Im Folgenden werden relevante Forschungen vorgestellt, in denen Fahrsimulatoren verwendet wurden.

Yokoyama et al. untersuchten 2008 den Einfluss von lauter Musik auf Müdigkeit bei langen Autofahrten. Mit Hilfe von Sensoren konnte die Hirntätigkeit in einer simulierten Fahrt gemessen werden. Zusätzlich wurde die subjektive Müdigkeit abgefragt. Dabei konnte herausgefunden

werden, dass lautere Musik vorhandene Müdigkeit mindert und das Eintreten von Müdigkeit verzögert. [Yokoyama et al. 2008]

Brodsky analysierte 2001 den Einfluss von Musikgeschwindigkeit auf den Herzschlag und die Fahreigenschaften von Testfahrern in einem Simulator. Dabei wurde während einer Testfahrt eine Auswahl von im Tempo geordneten Musikstücken eingespielt. Obwohl die Forschung keinen signifikanten Einfluss auf den Herzschlag hatte, konnte mit erhöhtem Tempo eine höhere Geschwindigkeit und Fehleranfälligkeit im Zusammenhang mit überfahrenen roten Ampeln und verursachten Zusammenstößen gemessen werden. [Brodsky 2001]

Cassidy und MacDonald analysierten 2009 in einer Fahrsimulation den Einfluss von selbst gewählter Musik und vom Forscherteam eingespielter Musik und fanden heraus, dass die Probanden bei selbst ausgewählter Musik sowohl konzentrierter, subjektiv weniger belastet und weniger ängstlich waren. Bei vorgegebener Musik hat vor allem schnelle und energiegeladene Musik die Fahrleistung verringert. [Cassidy & MacDonald 2009] In einem zweiten Experiment erforschten sie den Einfluss von Musik auf die Zeiteinschätzung. Dabei stellten sie eine höhere Abweichung der Zeitempfindung bei selbst gewählter Musik fest. [Cassidy & MacDonald 2010]

Wang und Wang (2012) untersuchten in diesem Zusammenhang den Einfluss von unterschiedlichen Geräusch-Frequenzen auf die Einschätzung der Fahrgeschwindigkeit. Dabei wurde herausgefunden, dass die vollständige Isolation von Fahrgeräuschen die Geschwindigkeitseinschätzung negativ beeinflussen kann und dass vor allem höhere Töne einen positiven Einfluss auf die Einschätzung der Geschwindigkeit haben. Die Einschätzung der Geschwindigkeit könnte also beeinflusst werden, wenn diese Tonlagen vermehrt in bestimmten Musikstücken vorkommen. Sie fanden heraus, dass die Fahrer ihre Geschwindigkeit zwischen 90 bis 100km/h am genauesten einschätzen können. [Wang & Wang 2012]

North und Hargreaves (1999) stellten fest, dass Musik eine erhöhte kognitive Belastung hervorruft und vor allem Musik mit einer hohen Aktivierung die Belastung erhöht. Bei hohem Tempo und Lautstärke erhöhte sich die Fahrzeit und konnte durch eine Zusatzaufgabe zusätzlich erhöht werden. So verlängerte sich die Fahrdauer als die Fahrer zusätzlich rückwärts zählen sollten. [North & Hargreaves 1999]

Van der Zwaag et al. (2012) fanden heraus, dass Musik die Stimmung beim Autofahren beeinflusst und dadurch Einfluss auf die Fahreigenschaften genommen werden kann. Während schwerer Fahraufgaben reduzierte sich dieser Effekt allerdings, da der Fahrer sich auf die wichtige Primäraufgabe fokussierte. [van der Zwaag et al. 2012]

In einer weitergehenden Forschung untersuchten van der Zwaag et al. (2013a) das Verhalten des Fahrers und eventuell vorhandene Effekte bei einem abrupten Einspielen neuer Musikstücke. Während die subjektive Einschätzung keine signifikante Änderung beinhaltete, konnte ein signifikanter Unterschied in Hautleitwerten und Gesichtsspannung nachgewiesen werden. [van der Zwaag et al. 2013a]

Van der Zwaag et al. (2013b) erweiterten ihre Forschung und entwickelten ein Modell für die Beeinflussung von Belastungen. In einer vorausgegangenen Studie ordneten die Wissenschaftler Musik der Probanden anhand von gemessenen Hautleitwerten in Kategorien ein. Während eines folgenden Testlaufs konnten die erwarteten Belastungen anhand von Hautleitwerten wiederhergestellt werden. Das verdeutlicht, dass die Musik die Körperfunktionen beeinflussen kann. [van der Zwaag et al. 2013b]

Ünal et al. (2012) analysierten ebenfalls den Einfluss von Musik auf die mentale Belastung und die Fahrfähigkeiten der Probanden. Sie untersuchten dazu den Einfluss von Musik während unterschiedlich komplexer Fahrsituationen. Dabei fanden sie heraus, dass Musik die subjektive, mentale Belastung unabhängig von der Fahrsituation erhöht. Die Fahrer konnten das Auto mit Musik ebenso sicher fahren wie ohne Musik und es konnte kein negativer Zusammenhang zwischen Musik und den aufgezeichneten Fahrfähigkeiten festgestellt werden. Sie legten nahe, dass Autofahrer ihre Ressourcen gezielt nach der vorliegenden Belastung einteilen und die Schwierigkeit der Fahraufgabe durch eine langsamere und sicherere Fahrweise anpassen. [Ünal et al. 2012]

In einem weiteren Experiment untersuchten Ünal et al. (2013b) den Einfluss der Lautstärke auf die Konzentration der Teilnehmer. Hierbei wurde beschrieben, dass das Fahrverhalten nicht von der Lautstärke beeinflusst wurde und eingespielte Musik bei monotonen Fahrsituationen sogar die Aufmerksamkeit erhöhen kann. Diese Ergebnisse konnten allerdings nur in den Fahrdaten festgestellt werden. Der Einfluss konnte nicht anhand der Herzfrequenz nachgewiesen werden. [Ünal et al. 2013b] McKenzie (2004) untersuchte ebenfalls den Einfluss von Lautstärke und Geschwindigkeit auf die Fahrleistung. Auch in dieser Forschung konnte kein Einfluss auf die Fahreigenschaften festgestellt werden. [McKenzie 2004]

In einem folgenden Versuch fanden Ünal et al. (2013a) heraus, dass sich die Probanden bei schwierigeren Fahraufgaben weniger mit der umgebenden Musik beschäftigen. In ihren Versuchen verglichen Sie dazu, an wieviel Radioinhalt sich eine Gruppe von Autofahrern in einer komplexen Fahrsituation, im Vergleich zu einer Testgruppe, erinnern konnte. Dabei wurde ein signifikanter Unterschied festgestellt. Sie sehen sich dadurch in ihrer Hypothese bestätigt,

dass die Fahrer sich auf die Primäraufgabe des Autofahrens konzentrieren und Tertiäraufgaben weniger Aufmerksamkeit zukommen lassen. [Ünal et al. 2013a]

Pêcher et al. (2009) analysierten den Einfluss von unterschiedlich emotional geprägten Musikstücken auf die Fahrgeschwindigkeit. Dabei bewegte positive Musik die Fahrer zu geringerer Geschwindigkeit, negative Musik zu erhöhter Geschwindigkeit, während die Geschwindigkeit bei neutraler Musik nicht von der Fahrt ohne Musik abwich. Sie führten diese Ergebnisse darauf zurück, dass durch eine erhöhte Interaktion eine erhöhte mentale Belastung einherging. Diese wiederum verursacht eine Verschiebung in der Aufmerksamkeit. Die Probanden erwähnten in einer anschließenden Befragung nach ihrer subjektiven Belastung einen erhöhten Einfluss durch heitere Musik. Die traurige Musik wirkte eher beruhigend, während sich die neutrale Musik nicht bemerkbar auf die Probanden auswirkte. Die unterschiedlichen Fahrerergebnisse wurden durch eine geringere Konzentration auf die Fahraufgabe erklärt. [Pêcher et al. 2009]

Yang et al. untersuchten ebenfalls den Einfluss von unterschiedlich emotional geprägter Musik auf den Fahrer. So wurde während der Fahrt heitere, traurige, aufregende und langweilige Musik mit schnellem und langsamem Tempo eingespielt. Es konnte ein Einfluss von schneller Musik auf Fehlerhäufigkeit und Fixierungsdauer und ebenfalls eine Beeinflussung von Zeitempfindung und vertikaler Suche bei langsamer Musik festgestellt werden. Die Autoren kamen zu der Empfehlung, dass ausgeglichene und belebende Melodien beim Autofahren sinnvoll sind. [Yang et al. 2014]

Min et al. (2013) untersuchten in einer Fahrsimulator-Studie den Einfluss von Nebentätigkeiten auf den Hautleitwert. Hierzu wurden die Probanden in einer Simulation durch zusätzliche Tätigkeiten beansprucht. So mussten die Fahrer eine Textnachricht schreiben oder das Navigationsgerät bedienen. Der Hautleitwert erhöhte sich bei beiden Aufgaben signifikant gegenüber der normalen Fahraufgabe. Dabei konnte eine erhöhte Belastung durch stärkere Änderungen des Hautleitwertes nachgewiesen werden. [Min et al. 2013]

Hughes et al. (2013) untersuchten den Einfluss von Musik in einem Fahrsimulator. Sie ergänzten das Experiment zudem um die Aufgabe des Mitsingens. Die Fahrleistung wurde durch Musik positiv beeinflusst. Die Geschwindigkeit wurde verringert und die Fehler reduziert. Beim zusätzlichen Mitsingen wurde eine erhöhte subjektive Belastung nachgewiesen und eine größere Varianz der Geschwindigkeit. [Hughes et al. 2013]

Ein Überblick über die Simulatorstudien zur Wirkung von Musik ist im Anhang A 5, Tabelle 30 zu finden.

Die vorgestellten Forschungen betrachteten Musik hauptsächlich in dem Kontext ihres Tempos. So wurden die Musikstücke anhand ihrer Beats per Minute auf unterschiedliche Auswirkungen untersucht. Dieses Vorgehen wurde verwendet, um die Einflüsse durch Lautstärke, Sprache, Inhalt oder andere Faktoren zu mindern. Die Ergebnisse erreichen dadurch zwar eine höhere Validität, sind aber auch nur bedingt auf die Realität anwendbar. Ein Großteil der Autofahrer hört Musik, welche sowohl in Geschwindigkeit als auch in Sprache und Emotionalität variiert. Diese Faktoren sollen in einer eigenen Studie untersucht werden.

5.1.3 Eigene Studie

Um die Einflüsse bei der Autofahrt näher analysieren zu können, werden die Probanden in einem Experiment unterschiedlicher Musik ausgesetzt. Die Fahraufgabe und die Musik sind als eingehende Faktoren definiert, während die subjektive Bewertung, die Fahrdaten und die gemessenen physiologischen Daten als Ausgaben zur Verfügung stehen. Vor der eigentlichen Fahrsimulatorstudie wurde eine separate Vorbefragung durchgeführt, um die ausgewählte Musik einzuordnen (siehe Abbildung 46).

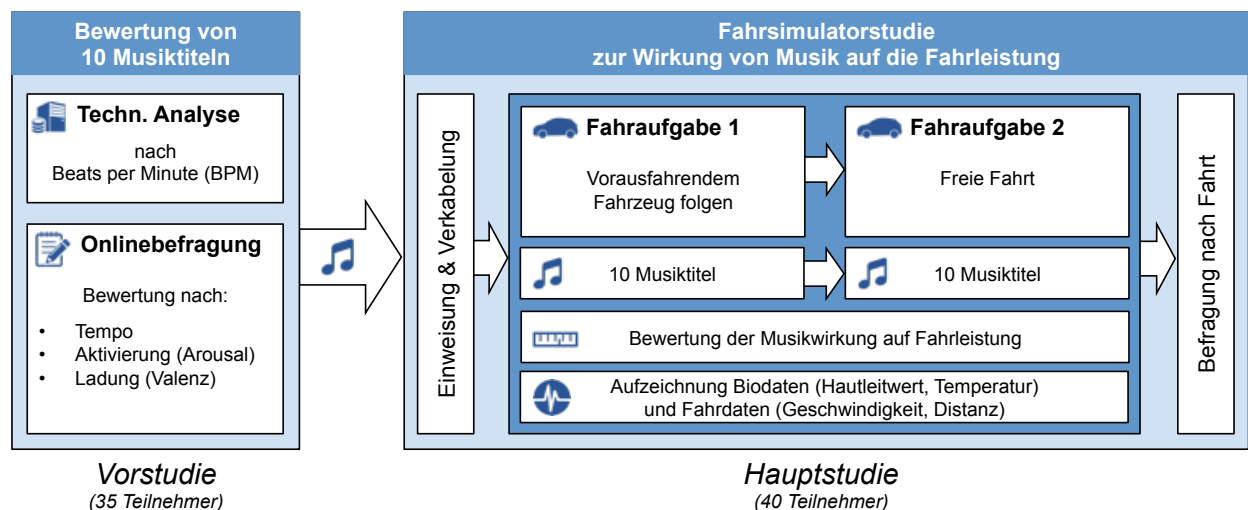


Abbildung 46: Aufbau der Fahrsimulatorstudie

5.1.3.1 Vorbefragung

5.1.3.1.1 Auswahl der Musik

Wie bereits in Kapitel 5.1.2.2 dargestellt, wird bisher lediglich der Einfluss des Tempos der Musik untersucht. Im Zuge dieser Auswertung soll sowohl die Wirkung der Sprache bzw. Texte und der emotionalen Wirkung der Titel eingeschlossen werden. Deshalb erfolgte anhand von

unterschiedlichen Kriterien eine Auswahl von Musikstücken. Jedes zweite Lied hatte ein hohes Tempo, während die andere Hälfte niedriges Tempo hatte. Die Lieder wurden in drei Blöcke eingeteilt, wobei ein Abschnitt deutsche Lieder, ein zweiter englische und ein dritter instrumentale Lieder beinhaltet (siehe Tabelle 12).

Tabelle 12: Digitale Analyse der Musikstücke nach Tempo

Einordnung	Nr.	Artist/Lied	BPM	Forschererwartung
Deutscher Text	1	Bosse - So oder so	92,09	Schnell
	2	Adel Tawil - Lieder	92,09	Langsam
	3	Peter Fox - Alles Neu	134,64	Schnell
	4	Peter Fox - Haus am See	123,67	Langsam
Englischer Text	5	Queen - Don't stop me now	156,18	Schnell
	6	Queen - It's a hard life	83,7	Langsam
	7	Pitbull ft. Ke\$ha - Timber	130,01	Schnell
	8	Lorde - Royals	85,02	Langsam
Instrumental	9	Beethoven - Moonlight Sonata (schnell)	110,31	Schnell
	10	Beethoven - Moonlight Sonata (langsam)	123,39	Langsam

Scheirer (1998) erwähnte in seinen Studien ebenfalls Einflüsse von weiteren Faktoren (z.B. Rhythmus), die nicht physikalisch abgebildet werden können [Scheirer 1998, S. 588]. Diese Einflüsse spielen in dieser Analyse ebenfalls eine Rolle, denn obwohl vor allem die Musikstücke *Peter Fox – Haus am See* und *Peter Fox – Alles Neu* sowie die beiden Ausschnitte von *Beethoven's Moonlight Sonata* starke Unterschiede im subjektiven Tempo aufweisen (siehe Anhang A 6), konnten diese durch die computergestützte automatisierte Bestimmung nicht festgestellt werden. Dieses liegt unter anderem an der Schwierigkeit, Hintergrundmusik und Sprache zu trennen, oder im Falle der klassischen Musik, den Haupttakt von kleineren Anschlägen zu unterscheiden.

5.1.3.1.2 Aufbau der Vorbefragung

Um die unterschiedlichen Charakteristiken der verwendeten Musik näher bewerten zu können, wurde eine vorgelagerte, repräsentative Online-Befragung durchgeführt, in der 35 Probanden

im Alter von 21 bis 33 Jahren ($M = 25,34$; $SD = 3,15$) zur Wirkung der Musik befragt wurden. Es nahmen 13 Frauen und 22 Männern an der Befragung teil.

Bei der Befragung wurden drei Faktoren genauer untersucht. Die Probanden wurden nach dem subjektiven Tempo, der Aktivierung und der Valenz gefragt. Die Aktivierung besagt, wie erregend oder beruhigend ein Lied auf die Probanden wirkt, während die Valenz die hervorgerufene Gefühlslage beschreibt. Die subjektive Geschwindigkeit wurde anhand einer 5er-Skala von *sehr langsam* bis *sehr schnell* ermittelt.

Für die Einordnung der Aktivierung und Valenz wurde das Self-Assessment Manikin (SAM) verwendet (siehe Abbildung 47 und 48). Es handelt sich hierbei um eine weit verbreitete Skala zur Emotionsmessung. Die 5-stufige Skala misst die Aktivierung (Arousal) und Ladung (Valenz), denen sich die Tester ausgesetzt fühlen. [Bradley & Lang 1994, S. 53] Das SAM basiert auf dem zweidimensionalen Emotionsmodell von Russell, welches Emotionszustände anhand einer Aktivierungs- und Valenzskala einordnet⁶⁴ [Russell 1980]. Das SAM ist in den folgenden zwei Abbildungen dargestellt.

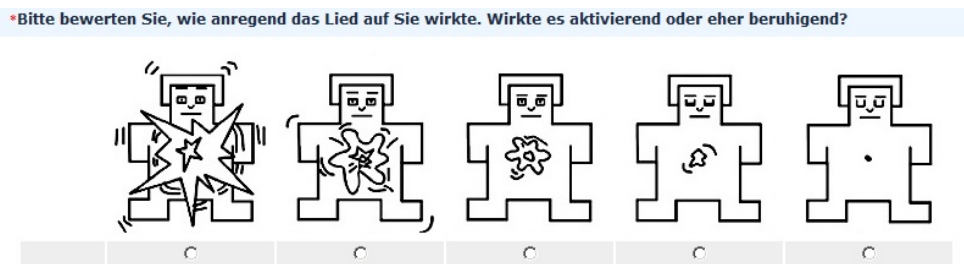


Abbildung 47: Self-Assesement Manikin für Aktivierung (Arousal)

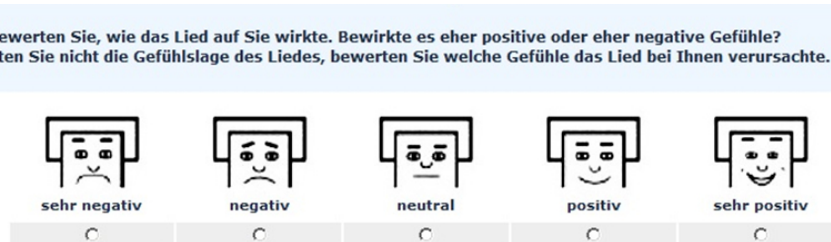


Abbildung 48: Self-Assesement Manikin für Ladung (Valenz)

⁶⁴ Das Valenz-Aktivierungsmodell nach Russell ist in Anhang A 9, Abbildung 132 dargestellt.

5.1.3.1.3 Auswertung der Vorbefragung

Neben der automatischen Auswertung der BPM können die Lieder vor allem anhand der subjektiven Tempoempfindung und ihrer Aktivierung in Gruppen von schneller und langsamer Musik unterteilt werden.

So wurden die Lieder 1, 3, 5, 7, 9 als repräsentativ für schnelle Lieder⁶⁵ ausgewählt, während die Lieder 2, 4, 6, 8, 10 als langsame Repräsentanten⁶⁶ gewählt wurden. Die Ergebnisse in der Kategorie Valenz/Ladung zeigen andere Ausschläge. So wurden die meisten Lieder als eher positiv bewertet. Lediglich das Ergebnis des langsamen Teils der Moonlight Sonata (Lied 10) wies auf eine leicht negative Ladung hin. Die gesamten Ergebnisse der Einordnung der verschiedenen Musikstücke nach Tempo, Arousal und Valenz sind in Anhang A 6 zu sehen.

5.1.3.2 Fahrsimulatorstudie

5.1.3.2.1 Aufbau der Fahrsimulatorstudie

In der Fahrsimulatorstudie wurde den Probanden die ausgewählte Musik eingespielt, während sie nacheinander zwei unterschiedliche Fahraufgaben erledigten (siehe Abbildung 46, rechter Block). Für die Durchführung der Studie wurde der Fahrsimulator *Racer*⁶⁷ verwendet. Die Musikeinspielung und Aufforderung der Bewertungsabgabe erfolgte über Kopfhörer, damit die Probanden keine Umgebungsgeräusche als Ablenkung wahrnehmen.⁶⁸

Schon bevor die Probanden den Testraum betraten, wurde ihnen die schriftliche Einweisung vorgelegt. Zusätzlich wurden die Probanden in einem Fragebogen zu ihren demographischen Daten befragt. Anschließend wurde je eine Messelektrode zur Messung des Hautleitwertes am Zeige- und Ringfinger angebracht. Am dazwischenliegenden Mittelfinger wurde eine Elektrode zur Messung der Hauttemperatur angebracht. Während sich die Probanden an die Sensoren gewöhnen konnten und sich der Temperatursensor an die Körpertemperatur anpasste, erfolgte eine zweite, persönliche Einweisung, um die Einhaltung der Fahraufgaben zu gewährleisten.

Im ersten Abschnitt von zehn Minuten sollten die Probanden einem vorausfahrenden Fahrzeug mit gleichbleibendem Abstand folgen. Dieses sollte den Probanden das Verständnis der

⁶⁵ Geschwindigkeit (M = 3,77; SD = 0,70), Arousal positiv (M = 2,57; SD = 0,99).

⁶⁶ Geschwindigkeit (M = 2,09; SD = 0,84), Arousal positiv (M = 3,94; SD = 0,81).

⁶⁷ Racer ist ein bereits von mehreren Forschern angewandter Open-Source-Fahrsimulator, der sich durch seine hohe Realitätsnähe und umfangreiche Anpassungsmöglichkeiten auszeichnet. Zudem bietet das Programm die Möglichkeit sämtliche Fahrdaten in Logfiles abzuspeichern (siehe www.racer.nl).

⁶⁸ Ansichten des Aufbaus der Fahrsimulatorstudie aus Probandensicht und Forschersicht können Anhang A 6, Abbildung 96 und 97 entnommen werden.

Geschwindigkeit vereinfachen und kritische Situationen verhindern. Die Probanden wurden eingewiesen, dass das vorausfahrende Fahrzeug auf gerader Strecke etwa 90 km/h fährt, seine Geschwindigkeit sich in kurvenreichen Abschnitten auf etwa 70 km/h verringert und in einem kurzen städtischen Abschnitt etwa 50 km/h fährt. Diese Angabe erfolgte ebenfalls, um den Probanden eine Richtlinie für die folgenden Aufgaben zu geben.

In den zweiten zehn Minuten durften die Fahrer eine beliebige Geschwindigkeit unter 110 km/h wählen. Die Probanden wurden während der Fahrt nicht weiter auf ihre Geschwindigkeit hingewiesen. Sie mussten ihre Geschwindigkeit frei wählen und hatten ein eingeblendetes Tachometer als Anhaltspunkt. Auch eine schnellere Fahrt als 110 km/h war theoretisch möglich.

Während der beiden Fahraufgaben wurden den Probanden jeweils die zehn kurzen Musikstücke eingespielt und sie wurden anschließend akustisch aufgefordert, ihre subjektive Beeinflussung durch die Musikstücke anzugeben.⁶⁹

Nach Abschluss der Fahraufgabe wurden in einer kurzen Folgebefragung Daten zu den Präferenzen der Teilnehmer erfragt. Zusätzlich wurde abgefragt, an welche Musikstücke sich die Benutzer erinnern konnten.

5.1.3.2.2 Fahrtstrecke

Für das Experiment wurde eine Strecke mit einer Fahrzeit von ca. zehn Minuten gewählt. Die Fahrtstrecke wurde für jede der beiden Fahraufgaben einmal befahren. Die Strecke ähnelt einer Landstraßenfahrt mit Rechtsverkehr. In den grün gefärbten Abschnitten fuhr das vorausfahrende Fahrzeug 90 km/h, im gelben Bereich 70 km/h und im roten Bereich lediglich 50 km/h (siehe Abbildung 49, linke Seite). Im zweiten Abschnitt durfte die Geschwindigkeit frei gewählt werden. Die Markierungen können ebenfalls als Schwierigkeitsangabe verstanden werden.

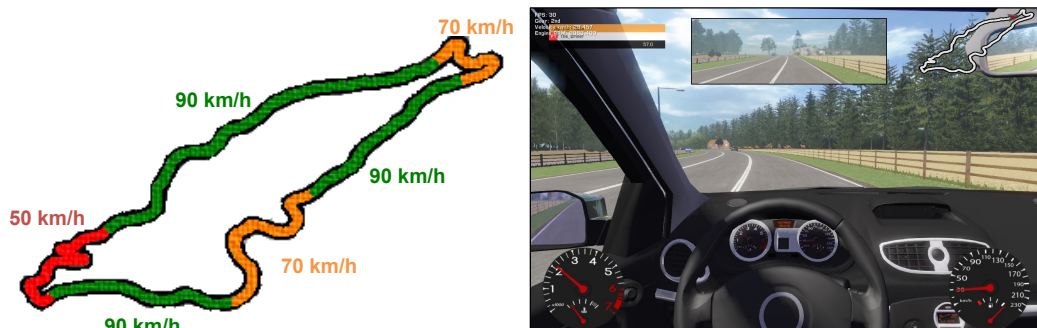


Abbildung 49: Fahrtstrecke der Studie (links), Ansicht des Simulators (rechts)

⁶⁹ Die Angabe erfolgte auf einer 5er-Skala von sehr gering bis sehr hoch.

Die visualisierten Geschwindigkeiten wurden vom vorausfahrenden Fahrzeug gefahren und nicht als Geschwindigkeitsbegrenzung eingeblendet. Auf der rechten Seite in Abbildung 49 ist die Ansicht der Fahrtstrecke im Simulator zu sehen.

5.1.3.2.3 Auswertung der Fahrsimulatorstudie

Zwölf Frauen und 28 Männer mit einem Durchschnittsalter von 22,78 Jahren ($SD = 2,68$) und einer Fahrerfahrung von mindestens zwei Jahren ($M = 5,05$, $SD = 2,38$) nahmen innerhalb einer Woche an dem vorgestellten Experiment teil. Die Teilnehmer wurden zufällig anhand ihrer Termine in drei Gruppen eingeordnet. Gruppe 1 und 2 bekamen Musik in unterschiedlicher Reihenfolge angeboten, wohingegen Gruppe 3 als Kontrollgruppe fungierte und ohne Musik fuhr.

Subjektive Belastung

Neben der körperlich messbaren Belastung kann ein Mensch eine Beanspruchung subjektiv sehr unterschiedlich wahrnehmen. So erlebt der Mensch verschiedene Situationen mental stärker oder schwächer als körperlich. Diese subjektiv erlebte Anstrengung kann die Probanden in ihrer Konzentrationsfähigkeit beeinflussen und zusätzlich ablenken.

Die durch die Probanden angegebene, subjektive Belastung wurde untersucht. Dabei konnte ein stark positiver Zusammenhang der Belastung sowohl in Verbindung mit dem Tempo und dem Arousal als auch der Valenz gefunden werden (siehe Tabelle 13). Alle drei Charakteristiken sind auf einem Niveau von $\alpha = 0,01$ signifikant.

Tabelle 13: Korrelation für subjektive Bewertung der Musik

		Geschwindigkeit	Arousal	Valenz
Subjektive Belastung	Korrelation nach Pearson	,803	,873	,776
	Signifikanz (2-seitig)	,005	,001	,008

Die Korrelation ist auf einem Niveau von $\alpha = 0,01$ (2-seitig) signifikant.

Physiologische Daten

Für die Auswertung der physiologischen Daten wurden die Hautleitwerte und die Hauttemperaturwerte gesammelt.

Für die Visualisierung der *Hautleitwertdaten* wurden Mittelwerte über die drei Gruppen gebildet. Abbildung 50 zeigt die Verläufe der Mittelwerte über die gesamte Fahrzeit von 20 Minuten. Um

eine genauere Darstellung zu gewährleisten, wurden die Werte nicht aggregiert und liegen in Millisekunden vor. Es ist ein deutlicher Ausschlag der Hautleitwerte zu erkennen, der in dem Moment stattfindet, wo die Probanden ihre Geschwindigkeit frei wählen durften. Dieser Ausschlag ist ein tonischer Ausschlag. Allerdings ist auch eine phasische Veränderung des Hautleitwertes erkennbar. Der Verlauf der Mittelwerte der drei Gruppen wird in Abbildung 50 gezeigt.

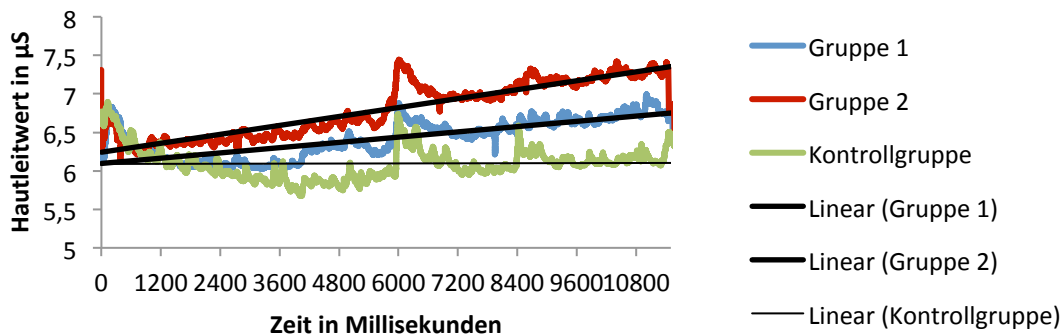


Abbildung 50: Gemittelter Hautleitwert je Gruppe über die gesamte Fahrdauer

Wie in Abbildung 50 zu sehen, verläuft der Trend für die Gruppen 1 und 2 sehr ähnlich. Außerdem konnten in der statistischen Analyse keine signifikanten Unterschiede zwischen Gruppe 1 und Gruppe 2 herausgefunden werden. Vor allem zu Beginn der Fahrt sind die gemittelten Hautleitwerte sehr ähnlich, allerdings erhöht sich der Hautleitwert der Gruppen mit Musik im Verlauf der Untersuchung, während der Hautleitwert der Kontrollgruppe anfangs stetig fällt und im zweiten Abschnitt stagniert. Im Anhang A 6, Abbildung 98 ist zudem eine Grafik zu finden, bei der Gruppe 1 und 2 zusammengefasst wurden. Diese verdeutlicht noch stärker den Unterschied zwischen Musikeinspielung und Fahrt ohne Musik bei der Kontrollgruppe.

Das Verhalten des Hautleitwertes beinhaltet dementsprechend drei relevante Faktoren: Die Eingewöhnung in die neue Fahrsituation am Anfang beider Abschnitte, die unterschiedlichen Fahraufgaben und die Einspielung von Musik. Dabei beruhigten sich die Probanden der Kontrollgruppe und konnten im zweiten Abschnitt ihren Hautleitwert konstant halten. Die anderen beiden Gruppen hatten in beiden Aufgaben einen steigenden Hautleitwert. Dieses weist auf eine steigende körperliche Belastung hin.

Die *Hauttemperatur* wurde am Mittelfinger der nicht-dominanten Hand gemessen. Die Hauttemperatur weicht dabei von der Körpertemperatur ab. Temperaturen zwischen 15 bis 30 Grad können je nach Testperson an den Extremitäten vorliegen. Wie in Abbildung 51 zu sehen,

variiert die gemittelte Hauttemperatur je Gruppe zu Beginn. Bei Gruppe 1 und 2 steigt sie im zweiten Abschnitt, wohingegen sie im Vergleich bei der Kontrollgruppe leicht abfällt.

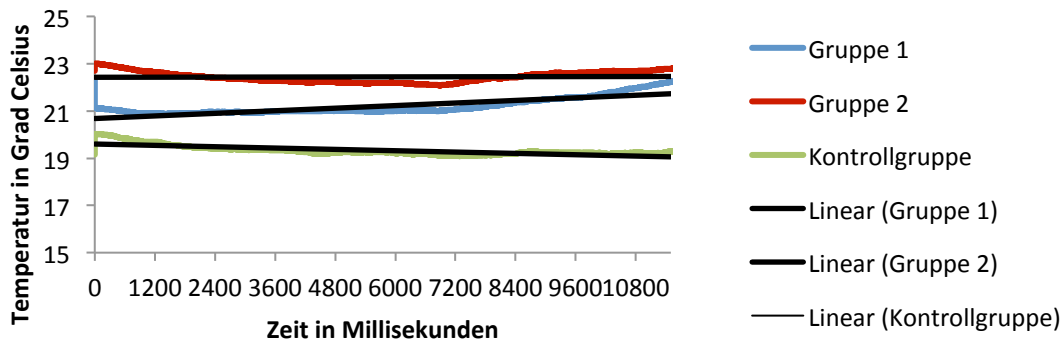


Abbildung 51: Gemittelte Hauttemperatur je Gruppe über die gesamte Fahrdauer

Für eine genauere Betrachtung mit normierten Werten sei auf Abbildung 99 und Abbildung 100 in Anhang A 6 verwiesen. Eine Verringerung der Hauttemperatur deutet auf eine stärkere körperliche Belastung der Probanden hin. Während der ersten Fahraufgabe nahm bei beiden Gruppen die Hauttemperatur ab. Dieses deutet auf eine höhere Belastung der Teilnehmer hin. Dabei fällt die Temperatur der Kontrollgruppe tendenziell schneller als die Temperatur der Gruppen mit Musik. Im zweiten Teil entwickelt sich die Temperatur der Kontrollgruppe ohne Musik konstant. Bei den Gruppen mit Musik erhöht sich die Temperatur, was auf eine körperliche Entspannung hindeutet.

Fahrdaten

Neben physikalischen Daten wie Beschleunigung, Drehwinkeln, Vektorgeschwindigkeit oder Position, werden auch die Stellung von Gaspedal, Bremspedal und Kupplungspedal gespeichert. Aus den gespeicherten Daten kann unter anderem die gegenwärtige Geschwindigkeit berechnet werden. Auch die Distanz zu einem vorwegfahrenden Fahrzeug wird bei Bedarf sehr genau dargestellt.

Für die Bewertung der *Geschwindigkeit* wurden für jede Minute des zweiten Abschnittes die Mittelwerte der Geschwindigkeiten gebildet. Diese wurden im Anschluss durch die individuelle Durchschnittsgeschwindigkeit der Probanden geteilt, um eine normierte Kennzahl zu erhalten. Jede zweite Minute wurde wieder für eine Auswertung verwendet.

Gruppe 1 hatte in den ungeraden Minuten langsame Musik und in den geraden schnelle Musik eingespielt. Für Gruppe 2 verhielten sich die Tempi genau konträr. Es kann eine geringfügig schnellere relative Geschwindigkeit der Gruppe 1 bei den langsameren Liedern und eine

geringfügig langsamere relative Geschwindigkeit bei den schnellen Liedern beobachtet werden (siehe Abbildung 52).

Hierzu lässt sich auch der Mittelwertvergleich in Anhang A 6, Abbildung 101 und Abbildung 102 heranziehen. Diese Ergebnisse könnten auf eine Umschichtung der Ressourcen hindeuten. Die Probanden fühlen sich bei schnellerer Musik mehr belastet und reduzieren daraufhin ihre Geschwindigkeit. Dieses Verhalten wurde auch von Ünal et al. (2013) suggeriert [Ünal et al. 2013b].

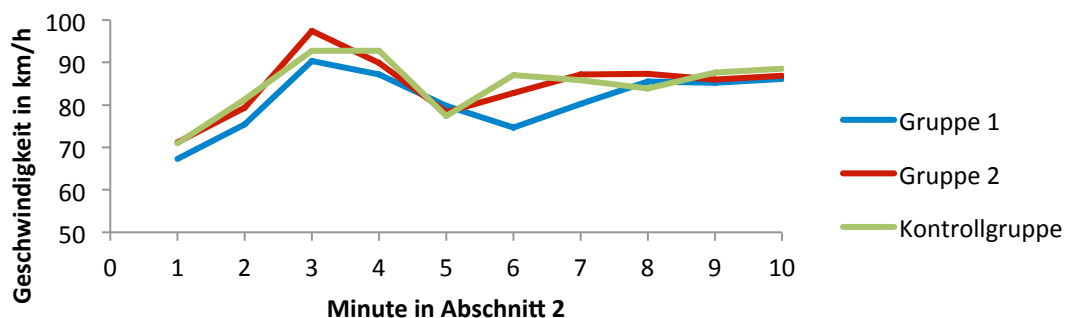


Abbildung 52: Geschwindigkeit im zweiten Abschnitt (freie Fahrt)

Die Verläufe der Distanzen zum vorausfahrenden Fahrzeug ähneln sich im Verlauf der drei Gruppen sehr stark und es gibt bei allen Gruppen Ausreißer. Eine weitere Betrachtung der Distanzen wird daher nicht vorgenommen. Die Werte können der Abbildung 103 bis Abbildung 105 in Anhang A 6 entnommen werden.

5.1.3.2.4 Ergebnisdiskussion

Die erfolgte Analyse konnte nur in einigen Bereichen eine statistische Relevanz nachweisen. Während der subjektiven Beeinflussung des Tempos und der Aktivierung der Musikstücke eine Relevanz nachgewiesen werden konnte, wurden weder in Fahrleistung, noch in den physiologischen Daten statistisch signifikante Resultate gefunden.

Bei den Körperfunktionen ließen sich tendenzielle Einflüsse von Musik auf Hautleitwert und Hauttemperatur nachweisen. Tabelle 14 gibt eine kurze Zusammenfassung der Ergebnisse der Studie wieder. Die Ergebnisse legen nahe, dass eine subjektive Beeinflussung nicht dauerhaft in den Fahrdaten und den Körperfunktionen nachweisbar sein muss.

Der steigende Hautleitwert der Gruppen mit Musik weist auf eine steigende Belastung der Probanden während der Fahrt hin. Die Kontrollgruppe hingegen hat einen leicht fallenden bzw.

konstanten Trend. Dieses Verhalten könnte an einer Gewöhnung an die Fahraufgabe liegen oder auf eine Monotonie der eigentlichen Fahraufgabe hindeuten.

Die Temperaturschwankungen reagieren über einen längerfristigen Zeitraum als der Hautleitwert. Hier zeigen die Werte im ersten Abschnitt einen fallenden Trend sowohl für die Gruppen mit Musik als auch für die Kontrollgruppe ohne Musik. Während der zweiten Fahraufgabe ist die Temperatur für alle Gruppen steigend.

Tabelle 14: Übersicht der Studienergebnisse

Messung	Abschnitt 1	Abschnitt 2
Subjektive Beeinflussung	Schnelle und aktivierende Lieder beanspruchten die Testfahrer stärker	
Hautleitwert	Gruppe 1&2: leicht steigend Kontrollgruppe: fallend	Gruppe 1&2: leicht steigend Kontrollgruppe: konstant
Temperatur	Gruppe 1&2: leicht fallend Kontrollgruppe: fallend	Gruppe 1&2: steigend Kontrollgruppe: leicht steigend
Geschwindigkeit	Keine nachweisbare Auswirkung	Keine nachweisbare Auswirkung
Distanz	Keine nachweisbare Auswirkung	Keine nachweisbare Auswirkung

5.2 Musikpräferenzen in bestimmten Fahrsituationen

Die nachfolgende empirische Untersuchung soll der zentralen Fragestellung nachgehen, ob verschiedene Kontextparameter während einer Autofahrt einen Einfluss auf die Musikauswahl haben. Im Rahmen der Primärforschung wurden dafür zwei aufeinander aufbauende Onlineumfragen konzipiert und durchgeführt. Bevor auf die eigene Studie eingegangen wird, werden Sekundärforschungsergebnisse vorgestellt.

5.2.1 Verwandte Arbeiten

Im Rahmen der Sekundärforschung lassen sich drei Studien betrachten, die unterschiedliche Herangehensweisen zeigen, wie sich Kontextparameter auf das Hörverhalten und die Emotionen eines Nutzers auswirken und wie aus diesen Informationen kontextbasierte Empfehlungssysteme für Musik entwickelt werden können.

Die Studien von Baltrunas et al. haben gezeigt, dass verschiedene Kontextparameter einen positiven oder negativen Effekt auf das Hörverhalten bestimmter Genres ausüben können. Dabei konnte festgestellt werden, dass einzelne Kontextparameter wie z.B. Schläfrigkeit,

Verkehrsbedingungen oder Wetter verstärkt einen positiven oder negativen Effekt hervorrufen. Des Weiteren konnten mit Hilfe der gesammelten Daten verschiedene Nutzerprofile entwickelt werden, die Aufschluss darüber geben, welche Kontextparameter bei einem Nutzer eine Musikbewertung positiv oder negativ beeinflussen. Die Analyse der Nutzerprofile zeigte jedoch auch, dass der Einfluss unterschiedlicher Kontextparameter auf individuelle Nutzer teilweise komplett verschieden ausfällt. Diese Studie wurde primär dafür herangezogen, um verschiedene Kontextparameter und deren Variablen für verschiedene Fahrsituationen zu gewinnen. Des Weiteren wurde die Auswahl der Musikgenres in der verwendeten Studie für die Primärforschung weitestgehend übernommen. [Baltrunas et al. 2011a, 2012]

In der Studie von Han et al. (2010) wurde eine umgekehrte Betrachtung zur Abhängigkeit von Musik und Kontext vorgenommen. Es wurde ein komplexes System vorgestellt, dessen Aufgabe es ist, einem Nutzer passende Musik zu empfehlen, um von einem anfänglichen Emotionszustand in den individuell gewünschten Emotionszustand zu wechseln. Die Aufführung dieser Studie in den Sekundärforschungsergebnissen soll die Komplexität des Themas, insbesondere der Ermittlung von Emotionen und Gefühlszuständen sowie deren Abhängigkeit zu bestimmten Kontextparametern und den Einfluss von Musik verdeutlichen. [Han et al. 2010]

In der Studie von Braunhofer et al. (2013) konnte gezeigt werden, dass eine Beziehung zwischen Musik und Kontext, in diesem Fall POIs, mit Hilfe übereinstimmender Beschreibungen emotionaler und physikalischer Eigenschaften hergestellt werden kann. Auch wenn sich diese Studie nicht mit Kontextparametern verschiedener Fahrsituationen beschäftigt, wurde die Vorgehensweise in weiten Teilen für die Primärforschung übernommen. Die Idee dieser Studie, eine Abhängigkeit zwischen Musik und Sehenswürdigkeiten (POIs) mit Hilfe der Beschreibung emotionaler und physikalischer Eigenschaften herzustellen, wird daher auf die folgende Studie transferiert, so dass die Abhängigkeit von Musik und unterschiedlichen Fahrsituationen durch entsprechende Beschreibungen analysiert werden soll. [Braunhofer et al. 2013]

Die bisherigen Studien untersuchen die Präferenzen von Musik in Bezug auf verschiedene Fahrsituationen oder POIs in einfacher Form durch Umfragen in denen die jeweilige Situation beschrieben wird und anschließend emotionale bzw. physische Merkmale, die zu der aktuellen Fahrsituation passen, von den Probanden ausgewählt werden. Eine Darstellung der Fahrsituationen über Bilder oder Videos findet jedoch nicht statt, so dass die Probanden sich nur schwer in die Situation hineinversetzen können. Zudem findet eine einfache Zuordnung durch die Probanden statt, die nicht in einem zweiten Schritt validiert wird. Ein zweistufiges

Verfahren mit Zuordnung im ersten Schritt und Validierung durch eine zweite Umfrage erscheint vielversprechender.

5.2.2 Eigene Studie

Im Rahmen der Primärforschung erfolgte die empirische Datenerhebung zur Untersuchung der Abhängigkeit von Kontextparametern und personalisierter Musik im Fahrzeug durch zwei aufeinander aufbauende Onlineumfragen. In der ersten Umfrage (Vorstudie) wurden neun ausgewählte Fahrsituationen mit unterschiedlichen Kontextparametern und 28 Musikstücke aus unterschiedlichen Genres nach emotionalen und physikalischen Eigenschaften bewertet. Die Musik wurde zudem noch auf einer 5-Sterne-Skala nach ihrem Gefallen bewertet. Anschließend wurden die Daten ausgewertet und den neun Fahrsituationen jeweils drei Lieder zugeordnet. Von diesen drei Liedern hatte jeweils eins eine hohe Übereinstimmung anhand der ersten Studie mit der Fahrsituation und die anderen beiden Lieder eine niedrige. In der zweiten Studie wurden einem weiteren Probandenpool nun die neun Fahrsituationen gezeigt und die drei ausgewählten Lieder eingespielt. Die Probanden sollten anschließend bewerten, welcher Song am besten zur Fahrsituation passt (siehe Abbildung 53).

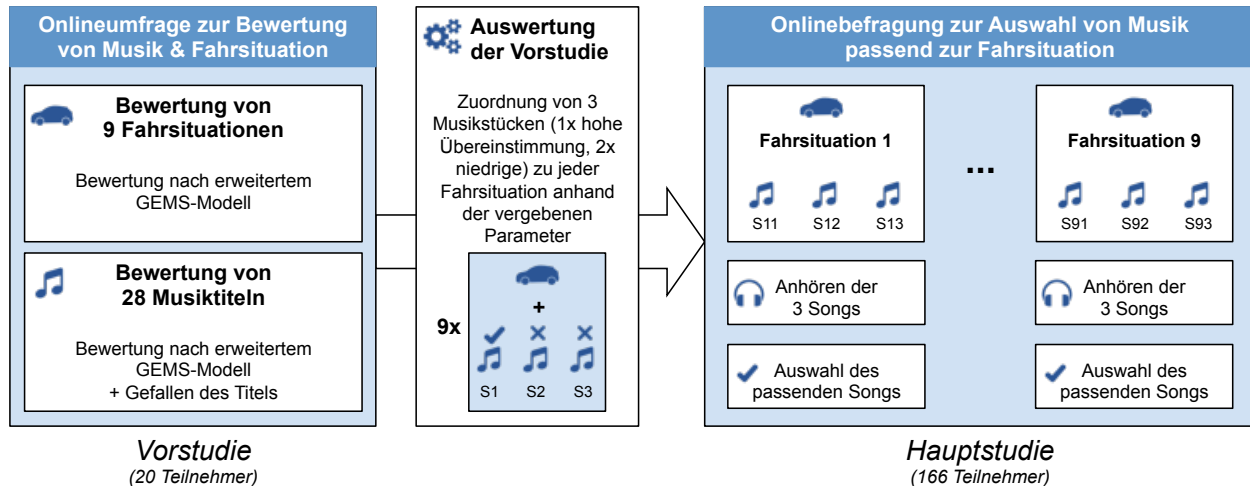


Abbildung 53: Aufbau der Onlinestudie

5.2.2.1 Auswahl der Fahrsituationen

Zur Beschreibung eines Kontextes während einer Autofahrt haben Baltrunas et al. (2011) bereits viele Kontextparameter mit den dazugehörigen Variablen definiert (siehe [Baltrunas et al. 2011a, S. 93]).

Für die empirische Untersuchung wurden anlehnend an Baltrunas et al. (2011) neun Situationen im Straßenverkehr mit unterschiedlichen Ausprägungen (Kontextparametern) verwendet (siehe Abbildung 54). Über den Informationstext wurden die Kontextparameter wie *Straßentyp*, *Verkehrsbedingungen* und *Wetter* zudem beschrieben. Der Kontextparameter *Landschaft* konnte von den Probanden aus den gezeigten Fotos abgeleitet werden. Eine Verwendung weiterer Kontextparameter wie das Reiseziel oder die Personenanzahl im Auto wurden nicht berücksichtigt, da sie über die Bilder oder mit Hilfe von Text schlecht auf die Umfrageteilnehmer übertragen werden können. Somit wurden die Kontextparameter *Straße*, *Landschaft*, *Verkehrsbedingungen*, *Tageszeit* und *Wetter* für die empirische Untersuchung verwendet.



Abbildung 54: Bilder für ausgewählte Fahrsituationen

In der Hauptstudie erfolgte zudem eine Abfrage der Probanden, welche Kontextfaktoren ihrer Auffassung nach einen starken Einfluss auf die Musikwahl haben. In diesem Zusammenhang wurden auch die Kontextfaktoren abgefragt, die in den abgebildeten Fahrsituationen aus Abbildung 54 nicht berücksichtigt werden konnten. Es zeigte sich, dass besonders Stimmung und Wetter eine hohe Relevanz haben. Alle weiteren Kontextfaktoren (Straßentyp, Verkehrsfluss, Reiseziel, Personenanzahl, Tageszeit und Umgebung) wirken sich jedoch auch nicht unbedeutend auf die Musikauswahl im Fahrzeug aus (siehe Anhang A 7, Abbildung 110).

5.2.2.2 Auswahl der Lieder

Für die empirische Untersuchung wurden 28 Lieder verschiedener Genres ausgewählt. Bei einem Großteil der ausgewählten Musiktitel handelt es sich um aktuelle Lieder, die in den letzten drei Jahren veröffentlicht wurden. Zudem wurden viele Titel gewählt, die eine hohe oder mittlere Platzierung in den deutschen Singlecharts belegten. Außerdem wurden schnellere und langsamere Lieder⁷⁰ für die Studie herangezogen. Die Kriterien für die Auswahl der Musik wurde in dieser Form gewählt, da durch die Verteilungsmethodik der Umfrage angenommen wurde, dass ein Großteil der Probanden im Alter zwischen 18-25 Jahren sein wird und diese somit größtenteils mit der Musik vertraut sein dürften. Die ausgewählten Musiktitel können Anhang A 7, Tabelle 33 entnommen werden.

5.2.2.3 Vorstudie zur Bewertung von Musik und Fahrsituationen

In der Vorstudie wurden die neun Fahrsituationen und 28 Musikstücke nach ihrer Wirkung bewertet. In Anlehnung an den Sekundärforschungsergebnissen von Braunhofer et al. (2013) wurde hierzu das *Geneva Emotional Music Scale* (GEMS) verwendet und entsprechend erweitert (siehe Tabelle 15).

Tabelle 15: Zusammensetzung des erweiterten GEMS-Modells

Bewertungsmodell/-kategorien	GEMS-9	Physikalische Eigenschaften	Geschwindigkeit
Quelle	[Zentner et al. 2008]	[Braunhofer et al. 2013]	Eigene Erweiterung
Anzahl Kategorien	9	3	1

Das GEMS ist ein neues Bewertungsmodell zur Beurteilung der emotionalen Wirkung. Es wurde speziell zur Bewertung von Musik entwickelt, validiert und bereits in vielen Studien eingesetzt [Cochrane et al. 2013, S. 127]. Das verwendete GEMS-9-Modell beinhaltet 33 emotionale Ausprägungen, die per Faktoranalyse in neun Dimensionen eingeteilt werden können [Anderson & Weaverdyck 2011, S. 1648; Zentner et al. 2008, S. 494]. Jede Dimension enthält zwei bis vier emotionale Ausprägungsterme [Braunhofer et al. 2013, S. 34]. Die Dimensionen und Ausprägungen können Anhang A 7, Tabelle 34 entnommen werden.

Da in dieser Studie jedoch nicht nur Musik bewertet werden soll, sondern auch Fahrsituationen, sind zusätzliche Kategorien erforderlich. Diese physikalischen Kategorien erweitern die

⁷⁰ Die Beurteilung der Geschwindigkeit erfolgte maschinell anhand der mittleren BPM des Musiktitels.

emotionalen und lassen sich sowohl auf die Bilder der Fahrsituationen als auch auf die Musik anwenden. Der Studie von Braunhofer et al. (2013) wurden drei der fünf physikalischen Kategorien entnommen, die wiederum bereits in einer Vorstudie evaluiert wurden (siehe [Kaminskas & Ricci 2009]). Sie verwendeten sie in ihrer Studie zusätzlich zum GEMS-9-Modell um Musik und Sehenswürdigkeiten nach emotionalen und physischen Merkmalen zu bewerten. [Braunhofer et al. 2013, S. 34f]

Der Studie wurden die Dimensionen *Licht & Farbe*, *Raum/Platz* und *Temperatur* entnommen. Zudem wurde eine eigene Kategorie *Geschwindigkeit* hinzugefügt, um der dynamischen Fahrsituation im Vergleich zur ortsgebundenen Sehenswürdigkeit Rechnung zu tragen. Das erweiterte GEMS-9 mit allen Kategorien und Tags ins Deutsche übersetzt kann Anhang A 7, Tabelle 35 entnommen werden.

Die vorgestellten Kategorien mit ihren Tags wurden den Probanden in der Studie zu den Musiktiteln und Fahrsituationen in der Onlinebefragung angeboten und sie sollten die Tags auswählen, die ihrer Meinung nach zu der vorliegenden Fahrsituation bzw. dem Musiktitel passen. Die beispielhafte Bewertung eines Musiktitels in der Onlineumfrage ist in Anhang A 7, Abbildung 106 zu finden. Die Bewertung der Fahrsituation lief analog ab.

Auswertung der Vorstudie

An der Vorstudie nahmen insgesamt 36 Probanden teil, wovon 20 Probanden die Befragung komplett ausfüllten. Sechs Teilnehmer (30 %) waren weiblich und 14 (70 %) männlich. Das durchschnittliche Alter der Probanden beträgt 27,6 Jahre (SD = 2,49).

Das Gefallen der Musikstücke auf einer 5-Sterne-Skala ergab einen durchschnittlichen Wert von 3,12 (SD = 1,51). Demnach liegen 13 Titel über und 15 Titel unter dem Gesamtdurchschnitt. Im Vergleich der Musikbewertungen der Probanden und den bereits dargestellten Chartplatzierungen kann festgestellt werden, dass 7 von 8 Liedern (87,5 %) ohne Chartplatzierung gegenüber 9 von 20 Liedern (45 %) mit Chartplatzierung unter dem Gesamtdurchschnitt der Bewertungen liegen.

Die Teilnehmer der Vorstudie vergaben zur Beschreibung emotionaler und physikalischer Eigenschaften der 28 Musikstücke und 9 Fahrsituationen insgesamt 6.362 Tags. Im Durchschnitt wurde jeder Tag demnach 155 mal vergeben. Eine Übersicht der Vergabe der Tags kann Anhang A 7, Abbildung 108 entnommen werden.

In Anlehnung an die Vorgehensweise von Braunhofer et. al (2013) wurde mit der Aufstellung der Tagverwendung geprüft, ob es Tags gibt, die im Verhältnis ähnlich häufig zur Beschreibung

emotionaler oder physikalischer Eigenschaften von Fahrsituationen und Musik herangezogen werden. Somit könnten diese Tags ein höheres Potential besitzen, einen Zusammenhang zwischen einer Fahrsituation mit verschiedenen Kontextparametern und einem Musiktitel herzustellen.

Insgesamt konnten die Probanden 27 emotionale Eigenschaften und 14 physikalische Eigenschaften wählen. 22 der 27 emotionalen Tags wurden häufiger für Musik verwendet. Im Gegenzug wurden 8 von 14 physikalische Tags häufiger für Fahrsituation genutzt (siehe Anhang A 7, Abbildung 109).

Beurteilung der Fahrsituationen

Wie bereits zuvor erwähnt, wurden die Kontextparameter *Straßentyp*, *Landschaft*, *Verkehrsbedingungen*, *Tageszeit* und *Wetter* bei der Auswahl der Fahrsituationen berücksichtigt. Während *Straßentyp*, *Verkehrsbedingungen*, *Tageszeit* und *Wetter* relativ konkret aus den Beschreibungen der Fahrsituationen hervorgehen, gibt es für den Parameter *Landschaft* Interpretationsspielraum. Schon aus der Vorstudie konnten einige Erkenntnisse gewonnen werden, die einen Zusammenhang zwischen Tags für Fahrsituationsparametern und Musik erkennen lassen.

Die am häufigsten berücksichtigte Beschreibung für die verschiedenen Fahrsituationen ist die Eigenschaft *engeengt*. Diese wurde von den Probanden unter anderem berücksichtigt, um Situationen zu beschreiben, die beim Kontextparameter *Verkehrsfluss* die Variable *Stau* aufweisen (siehe Abbildung 54, Fahrsituation a, b, g, h). Eine komplette Zuordnung der Tags kann Anhang A 7, Abbildung 108, Abbildung 109 und Tabelle 36 entnommen werden.

Im Folgenden wird kurz auf die Verwendung der Tags in Bezug auf die Kontextfaktoren der Fahrsituationen eingegangen.

Verkehrsbedingungen

Situationen im Straßenverkehr, die den Kontextparameter *freie Fahrt* aufweisen, wurden von den Probanden unter anderem mehrfach mit den Tags *gelassen*, *verträumt*, *vergnügt und munter* versehen.

Der Tag *gelassen* wurde bei insgesamt 11 der 28 Musikstücke verwendet. Die elf Lieder erhielten eine durchschnittliche Bewertung von 3,48 von 5, was deutlich über dem Durchschnitt aller 28 Musiktitel mit 3,12 liegt. Der Tag *verträumt* wurde insgesamt bei 16 Musikstücken vergeben, welche eine durchschnittliche Bewertung von 3,17 erhielten. Die Eigenschaft *vergnügt und munter* wurde bei sieben Liedern vergeben, welche eine durchschnittliche

Bewertung von 3,28 erhielten. Über den Kontextparameter *freie Fahrt* werden demnach Emotionen hervorgerufen, die auch durch Musikstücke verursacht werden, welche bei den Probanden durchschnittlich über dem gesamten Mittelwert liegen. Zudem wiesen vermehrt Songs aus dem Bereich Country, Soul und Reggae die gleichen Tags auf.

Situationen die den Kontextparameter *viel Verkehr* oder *Stau* aufweisen, wurden von den Probanden vielfach mit den Tags *eingeeengt*, *nervös*, *eintönig*, *gespannt* und *klagend* versehen.

Die Auswertung zeigt, dass die Kontextparameter *viel Verkehr* und *Stau* primär Emotionen und physikalische Eigenschaften auslösen, die negativ zu bewerten sind. Musiktitel mit den gleichen Eigenschaften (ausgenommen der Tag *gespannt*) werden von den Probanden durchschnittlich auch schlechter bewertet. Zudem wiesen Musiktitel aus den Genres Rock und Hip Hop deutlich höhere Übereinstimmungen anhand der Tags mit Fahrsituationen mit viel Verkehr auf als andere Genres.

Straßentyp/ Landschaft

Dem Kontextparameter *Straßentyp* lassen sich keine eindeutigen Eigenschaften zuschreiben, da diese in den meisten Fällen in Verbindung zu anderen Kontextparametern stehen, wie z.B. den Verkehrsbedingungen.

Unter anderem wurden die Situationen h und i mit den Begriffen *fasziniert*, *offen* und *bunt* versehen. Mit diesen Begriffen wurden von den Probanden gegebenenfalls die Eindrücke beschrieben, die die Natur und Umgebung in den Situationen bewirken. Jedoch hängen die Eindrücke in den Situationen wiederum von den Verkehrsbedingungen, der Tageszeit, der Jahreszeit und dem Wetter ab.

Insgesamt zeigen Fahrsituationen mit ländlichem Umfeld ähnliche Angaben der Tags wie Musiktitel aus den Genres Country und Soul.

Wetter/Tageszeit

Zur Beschreibung des Wetters wurden primär die Tags *hell*, *dunkel*, *kalt*, *mild* und *warm* verwendet. Diese hängen jedoch teilweise auch von der jeweiligen Tageszeit in einer Situation ab.

Die beiden Situationen, die die Wetterbedingung *Schnee* beinhalten, wurden von den Probanden mit der Eigenschaft *kalt* beschrieben. Insgesamt wurden 4 der 28 Musiktitel mit dem Tag *kalt* versehen, die eine durchschnittliche Bewertung von 2,76 aufweisen. Auch die Situationen bei Nacht und bei Regen wurden von einigen Probanden als *kalt* bewertet.

Mit der Eigenschaft *dunkel* wurden die Situationen bei Nacht sowie die Situationen bei Regen und Schneefall bewertet. Insgesamt 6 der 28 Musikstücke mit einer durchschnittlichen Bewertung von 2,70 wurden ebenfalls mit der Eigenschaft *dunkel* versehen.

Die Wetterbedingung *sonnig* wurde primär durch die Tags *mild* und *heiß*, sowie *hell* beschrieben. Insgesamt 20 der 28 Musiktitel, mit einer durchschnittlichen Bewertung von 3,25, wurden ebenfalls mit der Eigenschaft *mild* versehen sowie neun Lieder (3,30) mit der Eigenschaft *heiß*. Zudem wurden 15 der 28 Musikstücke mit einer durchschnittlichen Bewertung von 3,27 mit dem Tag *hell* versehen.

Auch für den Kontextparameter *Wetter* zeigt sich, dass die Eigenschaftsbeschreibung sowohl für die Fahrsituationen, als auch für Musik vergleichbare Auswirkungen zeigen. Positiv zu wertendes Wetter wird von den Probanden mit den Eigenschaften beschrieben, mit welchen Musiktitel beschrieben werden, die gegenüber dem gesamten Mittelwert eine höhere durchschnittliche Bewertung haben.

Eine Zuordnung der Übereinstimmung bestimmter Genres mit Wetter- oder Tageszeitmerkmalen ist aufgrund der Ergebnisse nicht möglich.

Zusammenfassung

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass negative Kontextparameter wie z.B. Stau oder Regen von den Probanden ebenfalls mit negativ zu wertenden Eigenschaften versehen wurden. Musiktitel die von den Probanden mit den negativ zu wertenden Eigenschaften versehen wurden, hatten in nahezu allen Fällen eine Bewertung unter dem Mittelwert aller Lieder. Einige Ausprägungen von Kontextfaktoren wie dem Verkehrsfluss oder Umfeld wiesen ähnlich Tags auf wie bestimmte Genres. Generell erwies sich eine Zuordnung von bestimmten Genres zu Kontextausprägungen anhand der Vorstudie jedoch als schwierig.

Es kann aber auch festgestellt werden, dass Kontextparameter nur schwer einzeln betrachtet werden können, sondern vielmehr verschiedene Kontextparameter miteinander agieren und ineinander übergehen.

5.2.2.4 Zuordnung von Musikstücken

Das Ziel der Vorstudie lag darin, verschiedene Fahrsituationen und Musikstücke mit emotionalen und physikalischen Eigenschaften (Tags) zu versehen, um darüber anschließend eine Zuordnung treffen zu können. Über die Zuordnung sollte für jede Fahrsituation ein Musiktitel gefunden werden, der aufgrund der hohen Deckungsgleichheit der Eigenschaften von

einem Nutzer gegenüber einem Musiktitel mit einer geringeren oder gar keinen Übereinstimmung priorisiert wird.

Die Zuordnung erfolgte über zwei verschiedene Methoden. Bei der *ersten Methode* wurde jeder einzelne emotionale und physikalische Tag der Fahrsituationen und der Musiktitel betrachtet. Zur Berücksichtigung eines Tags für die Zuordnung musste eine bestimmte Anzahl der Probanden einen Tag als zutreffend für das jeweilige Musikstück oder die jeweilige Fahrsituation markieren. Als Kriterium wurde festgelegt, dass mindestens 25 Prozent der Teilnehmer einen Tag als zutreffend markieren mussten, damit dieser berücksichtigt wird. Der Wert wurde verhältnismäßig niedrig angesetzt, damit jeder Musiktitel und jede Fahrsituation mindestens mit fünf Eigenschaften beschrieben werden. Zudem sind die emotionalen Tags des GEMS Modells größtenteils Synonyme, so dass unter Umständen eine gleichmäßige Verteilung bei der Auswahl der Tags innerhalb einer Kategorie entstanden ist.

Mit Hilfe von Abbildung 55, linke Seite kann die erste Zuordnungsmethode von Musik und Fahrsituation näher erläutert werden.





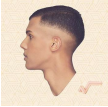

Methode 1 Verwendung aller Tags		Methode 2 Emotionen in Kategorie, physikal. Tags einzeln	
Fahrsituation 1	Fahrsituation 2	Fahrsituation 1	Fahrsituation 2
			
Sie befinden sich mit dem KFZ auf der Autobahn. Entsprechend dem Bild herrscht viel Verkehr, jedoch kein Stau. Das Wetter ist bedeckt und es regnet.	Sie befinden sich mit dem KFZ auf der Autobahn. Entsprechend dem Bild herrscht gegenwärtig kaum Verkehr, so dass Sie freie Fahrt haben. Es ist Frühling und die Sonne scheint.	Sie befinden sich mit dem KFZ auf der Autobahn. Entsprechend dem Bild herrscht viel Verkehr, jedoch kein Stau. Das Wetter ist bedeckt und es regnet.	Sie befinden sich mit dem KFZ auf der Autobahn. Entsprechend dem Bild herrscht gegenwärtig kaum Verkehr, so dass Sie freie Fahrt haben. Es ist Frühling und die Sonne scheint.
Tags Fahrsituation		Tags Fahrsituation	
<ul style="list-style-type: none"> • eingeengt (13) • dunkel (11) • kalt (11) • normal (11) • nervös (9) • gespannt (8) • eintönig (6) 	<ul style="list-style-type: none"> • langsam (6) • mild (6) • ruhig (6) • klagend (5) 	<ul style="list-style-type: none"> • schnell (16) • offen (13) • froh (11) • vergnügt und munter (11) • hell (11) • gelassen (10) • heiß (10) 	<ul style="list-style-type: none"> • weitläufig (10) • bunt (9) • triumphierend (9) • verträumt (9) • energisch (8) • mild (8) • stark (8) • überwältigt (7)
Tags Musik		Tags Musik	
 <p>Stromae - formidable</p> <ul style="list-style-type: none"> • melancholisch (13) • ruhig (11) • normal (10) • weich (9) • klagend (9) • langsam (9) 	<ul style="list-style-type: none"> • dunkel (8) • eingeengt (8) • mild (8) • kalt (7) • kummervoll (7) • traurig (7) 	 <p>Stromae - formidable</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nostalgie/Wehmut (27) • Traurigkeit (23) • Friedlichkeit (22) • Empfindlichkeit (17) 	<ul style="list-style-type: none"> • Geschwindigkeit: langsam • Temperatur: kalt • Raum/Platz: eingeengt • Licht: dunkel • Farbe: eintönig

Abbildung 55: Vergleich der beiden Zuordnungsmethoden

Im oberen Bereich der Grafik sind beispielsweise zwei Situationen im Straßenverkehr mit unterschiedlichen Kontextparametern gegenüber gestellt. Die minimierten Bilder sowie der Informationstext darunter stimmen mit der Darstellung aus der Onlinebefragung überein. Im mittleren Bereich der Abbildung sind diejenigen Tags aufgeführt, die von mindestens 25 Prozent der Probanden zur Beschreibung der jeweiligen Situation ausgewählt wurden. Bei 20 Teilnehmern mussten demnach mindestens fünf Teilnehmer einen Tag ausgewählt haben, damit dieser berücksichtigt wird. Die genaue Anzahl, wie oft eine Beschreibung gewählt wurde, wird in den Klammern hinter dem jeweiligen Tag dargestellt. Im unteren Bereich von Abbildung 55, linke Seite ist die Auswertung der Tagvergabe eines Musikstückes beispielhaft dargestellt. In diesem Fall des Künstlers *Stromae* mit dem Titel *formidable* (Durchschn. Bewertung: 2,62).

Die Zuordnung zwischen Musik und Fahrsituation erfolgt anhand eines direkten Vergleichs der ausgewählten Tags. Im Fall der Situation auf der Autobahn, mit viel Verkehr und Regen hat das Lied von Stromae, im Vergleich zu den meisten anderen der 28 Musikstücke, eine hohe Übereinstimmung der Eigenschaften. Es stimmen 9 von 17 und somit 52,9 Prozent der Tags von Stromae mit denen der Fahrsituation überein. Dazu zählen die Tags *dunkel*, *eingengt*, *eintönig*, *kalt*, *klagend*, *langsam*, *mild*, *normal* und *ruhig*. Werden die Eigenschaften der Fahrsituation auf der Autobahn mit geringem Verkehr bei Sonne mit denen des Liedes von Stromae verglichen, kann festgestellt werden, dass lediglich 2 von 17 und somit nur 11,7 Prozent der Tags eine Übereinstimmung liefern.

Wie bereits zuvor beschrieben, verwendet das GEMS-Modell zur Beschreibung emotionaler Eigenschaften innerhalb einer Kategorie vielfach Synonyme, während die physikalischen Eigenschaften einer Kategorie sich größtenteils unterscheiden bzw. sogar eine gegenteilige Eigenschaft ausdrücken. Entsprechend Braunhofer et al. (2013) wurden bei der *zweiten Methode* für die Zuordnung von Musik und Fahrsituation die ausgewählten emotionalen Tags innerhalb einer Kategorie zusammengefasst, während die physikalischen Tags weiterhin einzeln betrachtet wurden (siehe Abbildung 55, rechte Seite). Für die Zuordnung wurde schließlich jede Kategorie emotionaler Eigenschaften berücksichtigt, die über dem Durchschnitt der vergebenen Tags aller neun Kategorien des GEMS-Modells lag.

In Abbildung 55, rechte Seite wird die Auswertung erneut anhand des ausgewählten Beispiels erläutert. Mit dieser Methode gibt es zwischen der Situation auf der Autobahn mit starkem Verkehr und Regen und dem Musiktitel eine Übereinstimmung der Eigenschaften von 66,7 Prozent. Folgende 6 der 9 Kategorien mit den dazugehörigen Eigenschaften des Musiktitels von Stromae stimmen mit der Fahrsituation überein: Friedlichkeit, Traurigkeit, Temperatur, Raum/

Platz, Licht und Farbe. Werden die Eigenschaften der Fahrsituation auf der Autobahn mit geringem Verkehr bei Sonne mit denen des Liedes von Stromae verglichen, kann festgestellt werden, dass lediglich eine der neun und somit nur 11,1 Prozent der Kategorien eine Übereinstimmung liefern.

Nach den beiden erläuterten Methoden wurde für jede der neun Fahrsituationen eine Rangliste erstellt, die Aufschluss darüber geben soll, welche Musikstücke anhand der Vorstudie besser oder aber weniger gut in den Kontext passen (siehe Anhang A 7, ab Tabelle 37).

5.2.2.5 Hauptstudie zur Zuordnung von Musik zur Fahrsituation

Die Möglichkeit, mit Hilfe von emotionalen und physikalischen Eigenschaften Musik einer Fahrsituation passend zuzuordnen, sollte mit der Hauptstudie bestätigt werden. Wie zuvor bereits beschrieben, wurden dafür jeder Fahrsituation drei Lieder zugeordnet. Dabei wurden zwei Lieder mit einer geringen Übereinstimmung und ein Lied mit einer hohen Übereinstimmung der jeweiligen Fahrsituation zugewiesen. Die Ermittlung dieser Lieder erfolgte im Mittel nach Methode 1 und 2 und es wurde zudem geschaut, dass jedes Lied möglichst nur einmal verwendet wird.

Die Probanden sollten sich schließlich in der Onlinebefragung für eines der drei Musikstücke entscheiden, welches ihrer Meinung nach am besten zu der abgebildeten und beschriebenen Fahrsituation passt. Dabei sollte die individuelle Präferenz eines Probanden für ein Musikstück nicht in die Entscheidung mit einfließen.


An der Hauptstudie nahmen insgesamt 245 Probanden teil, wovon 166 Teilnehmer die Befragung komplett ausfüllten. Somit lag die Abbruchquote bei gut 32 Prozent. Für die Auswertung wurden lediglich die 166 komplett ausgefüllten Fragebögen herangezogen. 34,3 Prozent der Teilnehmer waren weiblich und 65,7 Prozent männlich. Das durchschnittliche Alter der Probanden beträgt 25,1 Jahre ($SD = 2,78$).

In Tabelle 16 wird für Situation e beispielhaft dargestellt, welche Lieder ausgewählt wurden. Dabei hatte das erste Lied eine hohe Übereinstimmung mit der Fahrsituation anhand der Vorstudie und Lied zwei und drei jeweils eine geringe Übereinstimmung (siehe *Beste Zuordnung*). Bei dieser Fahrsituation wurde auch in der Hauptstudie am häufigsten das erste Lied als passend ausgewählt (81,3 %). Die beiden anderen Lieder wurden mit 15,1 Prozent und 3,6 Prozent deutlich seltener ausgewählt.

Bei einer diskreten Gleichverteilung würde die Wahrscheinlichkeit, dass die Probanden sich bei einer Fahrsituation für eines der drei vorgeschlagenen Musiktitel entscheiden, bei 33,33 Prozent

liegen. Eine diskrete Gleichverteilung kann jedoch für die Zuordnung von Musiktiteln nur schwer angenommen werden, da sehr viele Faktoren in die Entscheidung mit einfließen, ob ein Musikstück als passend empfunden werden kann. Dazu zählen unter anderem die individuellen Präferenzen der Probanden, das Genre, Tempo und viele weitere Eigenschaften der Musik. Dennoch soll gerade mit dieser Arbeit gezeigt werden, wie mit Hilfe von emotionalen und physikalischen Eigenschaften Musik einer Fahrsituation zugeordnet werden kann.

Tabelle 16: Beispielhafte Auswertung für Situation e

Situation e	Künstler	Titel	Vorstudie - Wertung	Vorstudie - Beste Zuordnung	Hauptstudie - Auswahl
	Creedence Clearwater Revival	Bad Moon Rising	3,5	X	81,3 %
	Linking Park	Numb	3,71		15,1 %
	Mike Will Made It	23	2,1		3,6 %

In 5 von 9 Situationen haben die Probanden mehrheitlich das empfohlene Lied als zutreffend empfunden. Somit hat die Zuordnung in 55,5 Prozent der Fälle funktioniert. Von den 166 Probanden konnte in neun unterschiedlichen Fahrsituationen ein Musiktitel ausgewählt werden. Somit wurden insgesamt 1494 Beurteilungen der Probanden abgegeben, welcher Musiktitel am besten zu der jeweiligen Situation passt. In 48,53 Prozent (725 der 1494 Beurteilungen) der Fälle wurde die empfohlene Musik von den Probanden ausgewählt. Eine Auswertung jeder einzelnen Fahrsituation kann Anhang A 7, Tabelle 46 entnommen werden.

5.2.2.6 Ergebnisdiskussion

Im Folgenden wird erläutert, welche Gründe es haben könnte, dass die richtige Zuordnung in einigen Situationen der Hauptstudie nicht erfolgte. Zudem werden die Erkenntnisse der Vor- und Hauptstudie zusammengefasst.

Eine Analyse der falschen Zuordnung zeigt bei den Situationen b, f und h, dass die Kontextparameter der drei Situationen vorwiegend zu einer Vergabe negativ wirkender Tags durch die Probanden führte. Unter anderem wurden Tags wie *klagend*, *nervös*, *kalt*, *eingengt*, *dunkel* und *eintönig* zur Beschreibung der Situationen verwendet. Bei der Auswertung der Vorstudie in Kapitel 5.2.2.3 wurde bereits erwähnt, dass negativ zu wertende Eigenschaften

einer Fahrsituation größtenteils auch zur Beschreibung von Musiktiteln verwendet werden, die durchschnittlich eine geringere Bewertung durch die Probanden erhalten haben. Dieser Umstand trifft in den drei betrachteten Situationen zu. In Situation h ist beispielsweise das Lied von Stromae der nach der Zuordnung passende Titel. Mit einer durchschnittlichen Bewertung von 2,62 liegt der Titel *formidable* von Stromae jedoch vergleichsweise weit unterhalb der Bewertungen für die Lieder von Macklemore & Ryan Lewis (4,29) und Faul & Wad Ad (3,76). Ebenso wurde bei den Situationen b und f das Lied mit der geringsten Bewertung gewählt.

In der Online-Befragung waren die Probanden dazu aufgefordert, die Musikstücke auszuwählen, die am besten zu den Fahrsituationen passen. Dennoch sind scheinbar subjektive Präferenzen in die Entscheidung vieler Probanden mit eingeflossen. Dieser Eindruck wurde auch durch Rückmeldung mehrerer Teilnehmer bestätigt, die mitteilten, dass eine objektive Betrachtungsweise der Situationen und Musikstücke sehr schwer gefallen sei. Für die Entwicklung eines Empfehlungssystems auf Basis der Zuordnung durch emotionale und physikalische Eigenschaften bringt dieser Umstand wichtige Informationen mit sich. Eine Vielzahl der Eigenschaften, die von den Probanden für Musik und Fahrsituationen vergeben werden konnten, hat eine direkte Abhängigkeit. Es gibt Eigenschaften, die primär einen negativen Charakter einer Fahrsituation aufweisen und der zugeordnete Musiktitel äquivalent ebenfalls von den Probanden schlechter bewertet wird. Andersherum gibt es auch Eigenschaften, die primär einen positiven Charakter einer Fahrsituation aufweisen und der zugeordnete Musiktitel äquivalent ebenfalls von den Probanden besser bewertet wird.

Aus den Ergebnissen der Hauptstudie ist erkennbar, dass die Zuordnungsmethode für Fahrsituationen mit einem größeren Anteil positiv zu wertender Eigenschaften besser funktioniert als für Fahrsituationen mit einem größeren Anteil negativ zu wertender Eigenschaften. In Bezug auf Emotionszustände liegt es auch nahe, dass die Probanden in einer positiv zu wertenden Situation den Gemütszustand durch positiv wirkende Musik beibehalten möchten, während Probanden in einer negativ zu wertenden Situation ihren Gemütszustand nicht zwingend durch negativ wirkende Musik noch weiter belasten möchten. Es kann natürlich nicht davon ausgegangen werden, dass ein Musiktitel mit einer überdurchschnittlichen Bewertung automatisch einen positiven Effekt auf die Gefühlslage eines Probanden hat. Jedoch kann angenommen werden, dass ein Musikstück, das von einem Probanden nicht präferiert wird keinen positiven, sondern vielmehr einen negativen Effekt auf die Gefühlslage bewirken wird.

sehr städtisch) einzuordnen. Nach Abschluss der Videobewertung der 8 Szenen wurde jeder Proband gebeten, auf einer 5er-Skala einzuschätzen, wie gut die Person sich in Braunschweig und Umgebung auskennt. Zudem sollte angegeben werden, ob die in den Videoszenen gezeigten Gegenden bekannt waren. Hierbei wurden, wenn nötig, mit der Testperson noch einmal die einzelnen Szenen durchlaufen.

Bei der Durchführung des Tests variierte die Reihenfolge der Videoszenen zwischen den Probanden. Dazu wurde die Methode des sequentiell ausbalancierten lateinischen Quadrats angewandt. Diese Methode soll verhindern, dass Störvariablen auftreten, die Auswirkungen auf die Wahrnehmung der Testperson haben. Dies könnte bedeuten, dass Faktoren wie z.B. Ermüdung oder Übungseffekte auf Seiten der Testperson auftreten. Dies kann sich beispielweise dadurch äußern, dass die Testperson sich noch sehr gut auf die ersten sechs Videoszenen konzentrieren kann, bei den letzten beiden jedoch nicht mehr sehr aufmerksam ist.

Bei der gewählten Methode des sequentiell ausbalancierten lateinischen Quadrats werden ebenso viele Reihenfolgen ausgearbeitet wie es experimentelle Bedingungen gibt. Dabei kommt jede experimentelle Bedingung genau einmal an jeder Position vor und wird in jeder Reihenfolge von einer anderen Bedingung gefolgt. [Huber 2009, S. 157ff] Für die acht Videoszenen ergeben sich somit acht unterschiedliche Reihenfolgen der Einspielung.

5.3.1.1 Auswahl der Videoszenen

Die acht Fahrtszenen wurden selbst aufgezeichnet und stellen Straßengegebenheiten in Braunschweig und der Umgebung dar. Die Szenen stellen unterschiedliche Straßentypen und Umgebungen bzw. Bebauungen dar (siehe Tabelle 17).

Bei der ersten Szene handelt es sich um einen verkehrsberuhigten Bereich in einem Wohngebiet im Vorort Wenden. In der zweiten Szene wird die Bundesstraße Berliner Heerstraße zwischen Braunschweig und Wolfsburg aufgezeigt. Hierbei handelt es sich um ländliches Umfeld außerhalb der Stadt. Szene 3 stellt den Altewiekring in Braunschweig in einem Wohngebiet dar. Hierbei handelt es sich um eine zweispurige gut ausgebaute Innenstadtstraße mit viel Verkehr. Bei Szene 4 (Wilhelm-Bode-Str.) handelt es sich um einen ruhigeren Verkehrsbereich im innerstädtischen Wohngebiet mit Park. Szene 5 zeigt die Autobahn A 39 zwischen Braunschweig und dem Kreuz Wolfsburg/Königslutter. Die Autobahn ist wenig befahren und durchläuft ländliches Gebiet. In Szene 6 wird durch den Bohlweg eine typische Innenstadtszene mit viel Verkehr, Ampeln und Beschilderung dargestellt. Szene 7 stellt mit einer Fahrtszene in Riddagshausen eine Umgebung eines Wohngebiets mit viel Grün in

einem Vorort dar. Die letzte Szene 8 zeigt mit der Autobahn A 2 eine typische vielbefahrene Autobahnstrecke mit Lärmschutzwand auf.

Tabelle 17: Ausgewählte 8 Fahrtszenen

Szene 1	Szene 2	Szene 3	Szene 4
			
Lupinenweg (Wohngebiet/beruhigt)	Berliner Heerstr. (Bundesstr./Land)	Altewiekring (Wohngebiet/breite Str.)	Wilhelm-Bode-Str. (Wohngebiet/Park)
Szene 5	Szene 6	Szene 7	Szene 8
			
Autobahn A 39 (Autobahn/ruhig)	Bohlweg/Schloss (Innenstadt/hektisch)	Riddagshausen (Wohngebiet/Natur)	Autobahn A2 (Autobahn/Verkehr)

5.3.1.2 Auswertung der Studie

Insgesamt wurden 65 Personen befragt, von denen 17 weiblich (26,2 %) und 48 männlich (73,8 %) waren. Das Alter lag im Mittel bei 23,42 Jahren (SD = 2,31). Die genauen Zahlen der soziodemographischen Angaben werden in Tabelle 11 dargestellt. Einen Führerschein besaßen 62 Testpersonen (95,4 %). Zudem gaben 36 Testpersonen an, kein eigenes Auto (55,4 %) zu besitzen. Ihnen gegenüber stehen 29 Besitzer eines eigenen Autos (44,6 %).

Die Testpersonen wurden nach dem Wahrnehmungstest anhand der Videoszenen befragt, wie sie ihre Ortskenntnis von Braunschweig und Umgebung selbst einschätzen würden. Hierbei gaben 10,8 Prozent an, sich sehr gut auszukennen, 35,4 Prozent eher gut, 44,6 Prozent mittelmäßig und 9,2 Prozent eher schlecht.

Bei der Analyse der Schlagworte fällt allen voran auf, dass für die Umgebungsbeschreibung von Autobahn- oder Landstraßenszenen eben diese Begriffe der Straßenkategorie am häufigsten als Schlagworte genutzt wurden. Wenn man die Schlagworte der Szenen 2, 5 und 8 anschaut, so fallen die häufig verwandten Begriffe *Landstraße* und *Autobahn* auf. Für diese Szenen wurden zudem oft Adjektive gebraucht wie z.B. *langsam*, *monoton*, *ruhig* aber auch *schnell* oder

frei. Dies und die Gruppe *Geschwindigkeit* zeigen außerdem, dass diese Geschwindigkeit ein weiterer Faktor ist, der speziell bei diesen Szenen auftauchte.

Anders als bei den Autobahn- und Landstraßenszenen kam es bei einigen Szenen zu relativ großen Streuungen der Schlagworte. Während bei den vorab besprochenen Szenen 2, 5 und 8 nur jeweils 31, 26 und 29 unterschiedliche Schlagworte registriert wurden, können andere Szenen mit mehr als doppelt so vielen unterschiedlichen Schlagworten aufwarten. So wurde z.B. die Szene 3 mit 46 Schlagworten beschrieben, die Szene 7 mit 54 oder die Szene 4 sogar mit 66 Wörtern. Doch diese Schlagwortanzahl alleine lässt nicht auf eine große Streuung schließen, dafür muss zusätzlich noch der jeweilige Zusammenhang der Schlagworte der einzelnen Szenen betrachtet werden. Auch hier zeigt sich jedoch eine größere Streuung bei den Szenen, die deutlich mehr Schlagworte erhalten haben.

Erkennbar ist eine deutlich breitere Verwendung von Schlagworten bei städtischen Szenen. Es lässt sich mutmaßen, dass eine Umgebung mit vielen optischen Reizen, Menschen sowie einer komplexen und wechselhaften Umgebung dazu führt, dass es zu vielen unterschiedlichen Schlagworten kommt. Wie die Beispiele zeigen, ist es je nach Straßenkategorie und Umgebung schwerer oder einfacher, die Wahrnehmung der Umgebung an einzelnen Faktoren festzumachen.

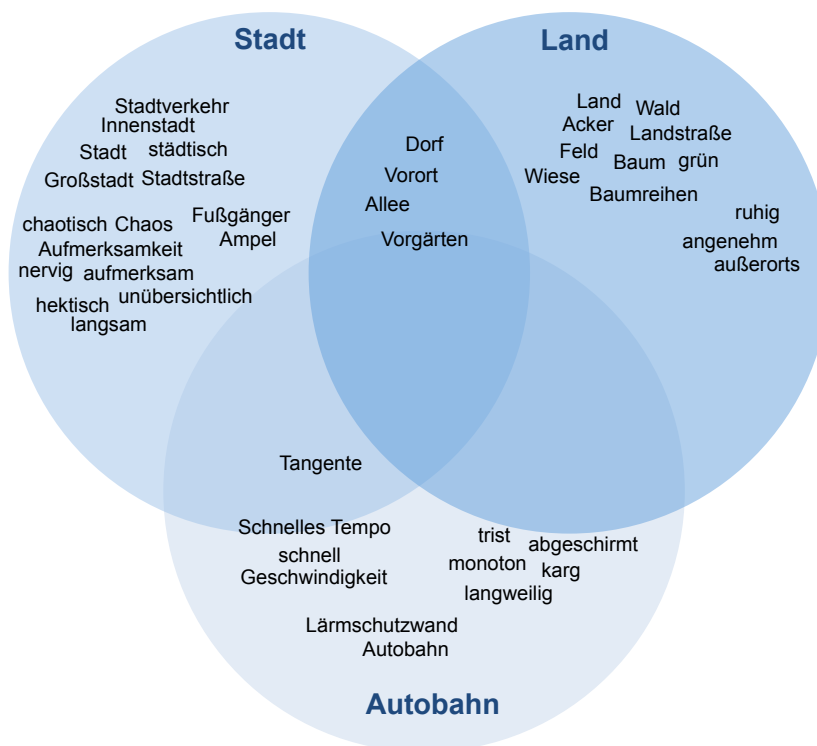


Abbildung 57: Einteilung und Zuordnung der Schlagworte

Grundlegend lassen die Ergebnisse eine Dreiteilung der Einordnung anhand der Schlagworte zu. So stellt die Autobahn eine eigene Kategorie dar, die hauptsächlich durch die Fahrbahn und die Geschwindigkeit geprägt ist. Zudem ist eine Unterteilung in städtisches und ländliches Umfeld möglich. Das ländliche Umfeld ist eher durch eine gleichmäßige Umgebung geprägt, während die Stadt durch eine vielfältige Umgebung, Menschen und Verkehr sowie einer gewissen Unübersichtlichkeit geprägt ist. Es gibt zudem Bereiche, die sowohl ländliche als auch städtische Bereiche aufweisen. Abbildung 57 stellt die Verteilung der wichtigsten Schlagworte in den drei Kategorien dar. Eine Darstellung weiterer Ergebnisse ist Anhang A 8 zu entnehmen.

5.3.2 Hauptstudie Realfahrt

Die Hauptstudie sollte dazu dienen, die reale Wahrnehmung des Umfelds während der Fahrt zu dokumentieren und die Ergebnisse der Vorstudie zu validieren. Dazu wurden Testfahrten mit einem kleinen Probandenpool auf einer vordefinierten Strecke durchgeführt.

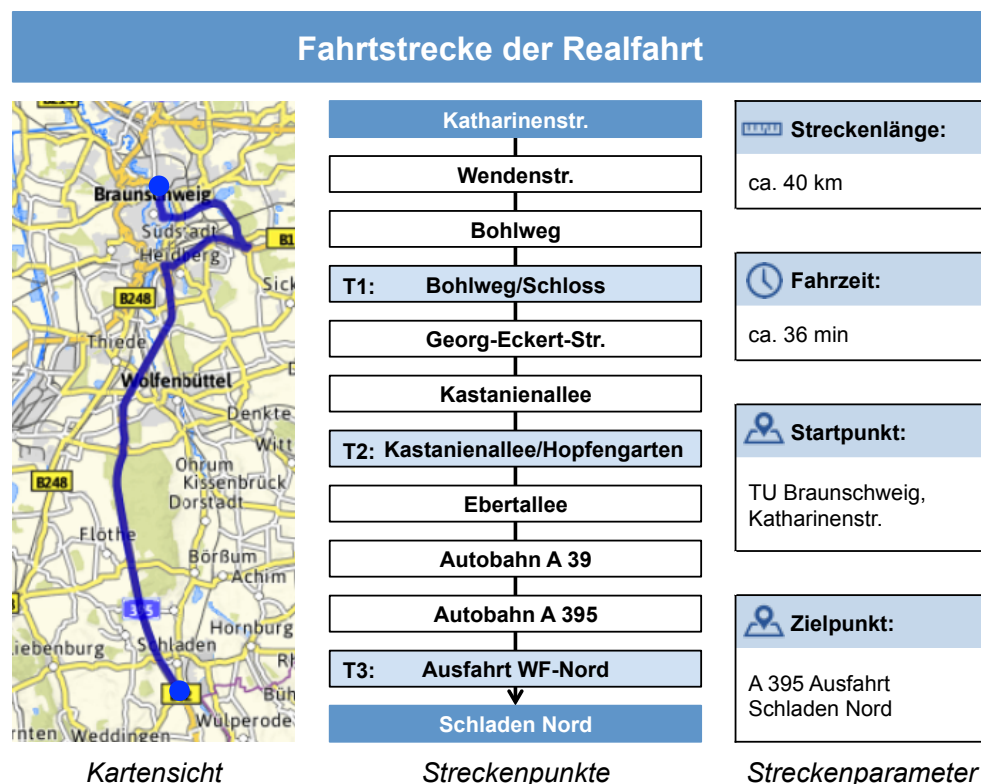


Abbildung 58: Fahrtstrecke der Realfahrt

Die ausgewählte Fahrtstrecke sollte möglichst ein abwechslungsreiches Umfeld entlang der Straße bieten. Hierbei sollte es sich sowohl um städtisches Gebiet, Strandrandgebiete, Dörfer und ländliche Flächen handeln. Außerdem war eine Teilfahrt auf der Autobahn angestrebt.

Die ausgewählte Strecke hat eine Gesamtlänge von ca. 40 Kilometern und führt vom Parkplatz der Technischen Universität Braunschweig in der Katharinenstraße über den Bohlweg, die Kastanienallee nach Riddagshausen und anschließend über die A39 und A395 Richtung Bad Harzburg bis zur Ausfahrt Schladen-Nord. Die Fahrzeit der Strecke beträgt ca. 36 min (siehe Abbildung 58).

5.3.2.1 Aufbau der Studie

Die Studie wurde mit fünf Probanden durchgeführt und in drei Abschnitte unterteilt (siehe Abbildung 59). Vor der Testfahrt wurden die soziodemografischen Daten der Personen aufgenommen, Fragen zum Fahrverhalten gestellt und die Ortskenntnis im Großraum Braunschweig erfasst. Anschließend erfolgte eine kurze Einführung in die Testfahrt.

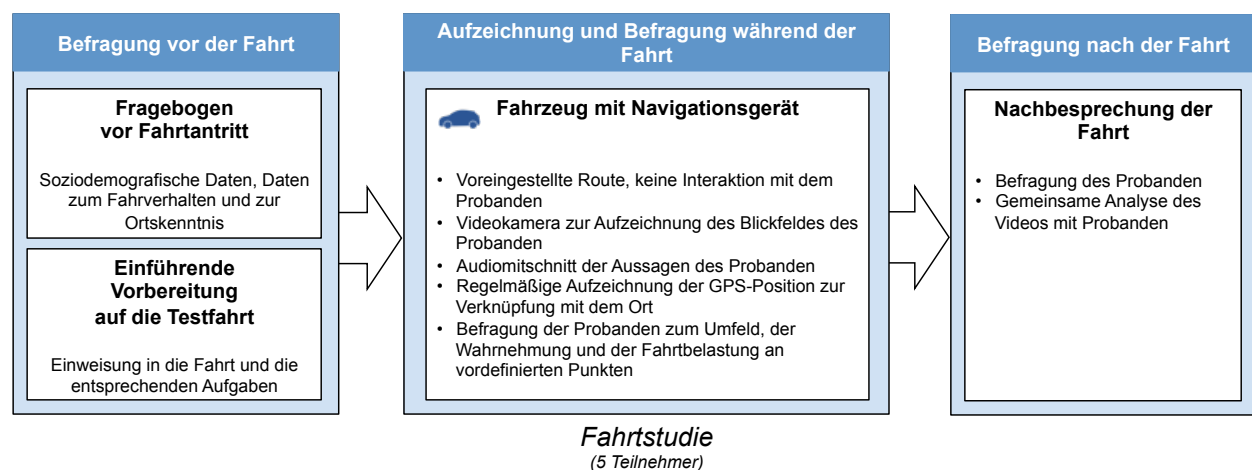


Abbildung 59: Aufbau der Realfahrtstudie

Während der Fahrt selbst erfolgte kaum Interaktion mit den Probanden. Die Probanden wurden per Navigationsgerät entlang der vordefinierten Strecke navigiert und sollten während der Fahrt Umfeldänderungen angeben. Zudem wurden die Probanden an vordefinierten Testpunkten (T1 – T3) direkt zum wahrgenommenen Umfeld befragt⁷¹. Die Angabe der Umfeldwahrnehmung erfolgte über die vier Bereiche *Innenstadt/ urban*, *Stadt/ Wohngebiet*, *Vorort/ Dorf* und *Land*.

⁷¹ Bilder der Umfeldwahrnehmung durch die Frontscheibe an den drei Testpunkten können Anhang A 9 entnommen werden.

Diese Angaben wurden aus der Flächeneinteilung des Kartenmaterials von OpenStreetMap abgeleitet, indem Oberklassen für die feingranulare Einteilung gebildet wurden.

Neben der umfeldbezogenen Einschätzung wurde auch die subjektive Fahrtbelastung auf einer 5er-Skala von *sehr gering* bis *sehr hoch* abgefragt. Während der Fahrt wurde das Blickfeld durch die Frontscheibe per Videokamera aufgezeichnet. Außerdem erfolgte eine Aufzeichnung der Angaben der Personen durch einen Audiorekorder. Weiterhin wurden die GPS-Positionen aufgezeichnet, um später eine Verbindung der jeweiligen Aussagen mit dem Ort herstellen zu können.

Nach der Durchführung der Testfahrt wurde das aufgezeichnete Video nochmals mit den Probanden begutachtet, um eventuelle Anmerkungen aufzunehmen.

Wie bereits dargestellt, wurde die Studie mit fünf Probanden durchgeführt. Dabei handelte es sich um zwei weibliche (P1 und P2) und drei männliche Probanden (P3 – P5) zwischen 22 und 28 Jahren ($M = 24,2$) (siehe Anhang A 9).

5.3.2.2 Auswertung der Fahrstudie

Es zeigte sich bei den fünf Probanden ein ähnliches Bild (siehe Abbildung 60). An den drei Testpunkten (T1-T3) wurde das Umfeld jeweils ähnlich wahrgenommen. Testpunkt T1 wurde einstimmig als Innenstadt bzw. urbaner Raum von den Probanden eingestuft. Bei Testpunkt T2 gaben vier von fünf Probanden das Umfeld als Wohngebiet an. Lediglich bei T3 und der damit verbundenen Autobahnfahrt ergibt sich eine differenziertere Wahrnehmung. Hier zeigte sich eine Einstufung als Dorf bzw. Land aufgrund der weiten Sicht jedoch als schwierig. In der Vorstudie zeigte sich zudem bereits, dass auf der Autobahn das Umfeld eine untergeordnete Rolle spielt und die Autobahn selbst in den Vordergrund tritt.

Testpunkte	Umfeldwahrnehmung					Fahrtbelastung								
	P1	P2	P3	P4	P5		P1	P2	P3	P4	P5	Mittelwert		
T1: Bohlweg/Schloss	I	I	I	I	I	I	Innenstadt/ urban	4	5	5	4	5	4,6	5 – sehr hoch
T2: Kastanienallee/Hopfengarten	W	W	I	W	W	W	Stadt/ Wohngebiet	3	4	4	4	4	3,8	4 – hoch
T3: Autobahnausfahrt WF-Nord	L	L	D	L	D	D	Vorort/ Dorf	2	1	2	1	3	1,8	3 – mittel
						L	Land							2 – gering
														1 – sehr gering

Abbildung 60: Ergebnisse an den Testpunkten

Ein sehr einheitliches Bild zeigte sich zudem bei der Fahrtbelastung. Sie wurde im urbanen Raum bei T1 sehr hoch eingestuft ($M = 4,6$) und nahm bei dem Wohngebiet bei T2 bereits ab ($M = 3,8$). Auf der Autobahn bei T3 wurde die Fahrtbelastung von allen Probanden bereits als

gering eingestuft ($M = 1,8$). Es lässt sich vermuten, dass die Fahrtbelastung stark von dem Verkehrsaufkommen, den Verkehrssignalanlagen⁷² und weiteren Verkehrsteilnehmern abhängt, wobei sich T1 bis T3 deutlich unterscheiden.

Betrachtet man die Umfeldänderungen, die durch die Probanden angegeben wurden, so zeigt sich ein ähnlich einheitliches Bild (siehe Anhang A 9). Änderungen zwischen städtischem und ländlichem Bereich fielen sehr ähnlich aus. In städtischen Bereichen fiel eine Unterscheidung zwischen *Innenstadt/urban* und *Stadt/Wohngebiet* jedoch sehr schwierig. Weiterhin fiel in einigen Bereichen eine Unterscheidung zwischen *Vorort/Dorf* und *Land* schwierig. Dies wurde durch die anschließende Probandenbefragung bestätigt.

Eine gröbere Unterteilung in städtisches und ländliches Gebiet wurde daher angeregt. Zudem ergab die Diskussion, dass besonders Waldgebiete einen sehr speziellen Natureindruck vermitteln und sich von anderen ländlichen Bereichen in ihrer Wahrnehmung abgrenzen.

5.4 Zusammenfassung der Studienergebnisse

Die drei durchgeführten Studien haben gezeigt, dass es sich bei der Fahrsituation um eine komplexe Situation handelt, bei der sich viele unterschiedliche Faktoren zeigen, die einen Einfluss auf die Musikpräferenz haben bzw. dass die eingespielte Musik auch einen Einfluss auf das Fahrverhalten und die Belastung des Fahrers haben kann (siehe Abbildung 61).

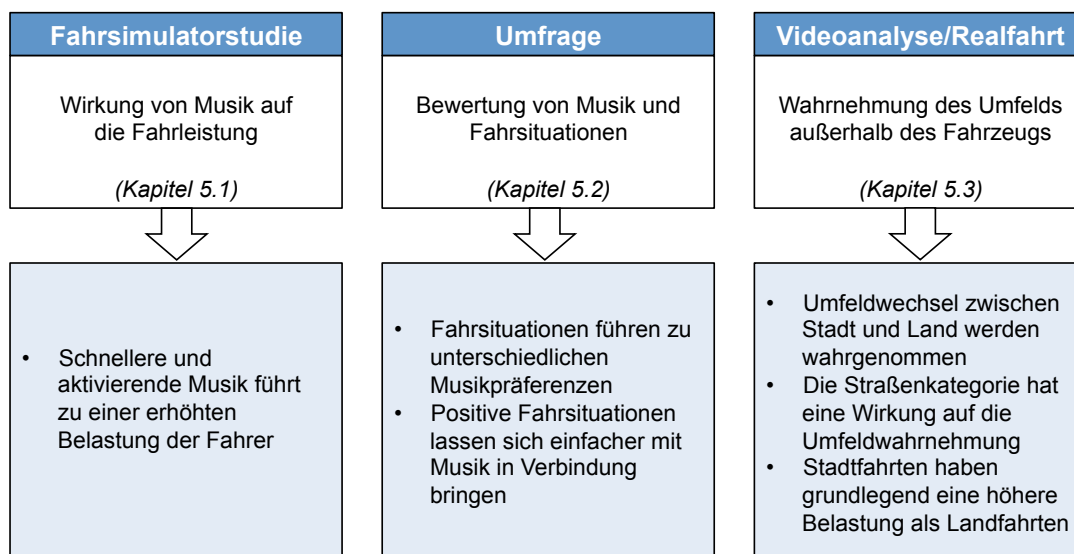


Abbildung 61: Ergebnisse der drei Studien

⁷² Als Verkehrssignalanlagen ist sämtliche Infrastruktur zu bezeichnen, die den Verkehr regelt. Hierzu zählen Ampeln, Verkehrsschilder sowie Signaltafeln.

Die erste Studie zeigte anhand eines Fahrsimulatorexperiments, dass schnellere und aktivierendere Musik eine Auswirkung auf die Belastung des Fahrers hat. In Situationen, in denen der Fahrer durch die Fahrtätigkeit sehr stark belastet ist (vor allem Innenstadtfahrten), sollte dementsprechend eher langsamere Musik eingespielt werden. Fährt der Nutzer zu schnell, kann eventuell eine Geschwindigkeitsverringerung durch langsamere Musik erreicht werden.

Studie zwei beschäftigte sich mit der Bewertung von Fahrsituation und Musiktiteln und einer möglichen Zuordnung der Musik zu den Fahrsituationen. Es zeigte sich, dass unterschiedliche Fahrsituationen zu unterschiedlichen Musikpräferenzen führen. Eine allgemeingültige Präferenz von bestimmter Musik in bestimmten Fahrsituationen ließ sich jedoch nicht ableiten. Lediglich bei dem Umfeld und Verkehrsfluss zeigten sich eindeutige Zusammenhänge zwischen der Kontextausprägung und dem Genre. Bei der kontextorientierten Musikeinspielung ist somit immer die Musikpräferenz des Fahrers abzurufen bzw. abzufragen.

In der dritten Studie wurde die Wahrnehmung des Umfelds durch den Fahrer untersucht. Hier zeigte sich, dass im Stadtverkehr viele Eindrücke einwirken und auf der Autobahn die Geschwindigkeit und die Autobahn selbst im Fokus der Fahrer sind. Grundsätzlich lässt sich die Wahrnehmung in Stadt- und Landfahrten unterteilen. Stadtfahrten weisen dabei eine deutlich höhere Belastung auf als Fahrten über Land.

6 Prototypen zur Kontextorientierung im Fahrzeug

Die Literaturanalyse im Bereich der kontextorientierten Musikempfehlung hat gezeigt, dass bisher kaum Forschung mit Fokus auf die spezielle Situation der Autofahrt stattgefunden hat. Eigene Studien sowie Sekundärstudien belegen jedoch, dass Musik eine wichtige Nebentätigkeit während der Autofahrt ist und sowohl das Bedürfnis nach situationsabhängiger Einspielung der Musik gegeben ist als auch Musik das Fahrverhalten beeinflusst. Weiterhin stellten die Studien dar, dass sich gewisse Kontextfaktoren für die kontextorientierte Musikeinspielung besser eignen als andere und dass Personen in gewissen Fahrsituationen unterschiedliche Musikpräferenzen haben.

In diesem Abschnitt wird sukzessiv die Entwicklung eines eigenen Prototyps zur kontextorientierten Musikeinspielung dargestellt und erläutert. Dazu wird in Kapitel 6.1 die Entwicklung der Applikation *CARLA* zur Bestimmung des Informationshorizonts der aktuellen Fahrt erläutert. Anschließend wird aufbauend auf diesem Prototypen in Kapitel 6.2 die Ermittlung von weiteren Kontextfaktoren und Umsetzung der Applikation *AmbiTune* erläutert, welche diese Kontextfaktoren der Autofahrt nutzt um die Musikeinspielung anzupassen.⁷³

6.1 CARLA: Applikation zur Bestimmung des Informationshorizonts

6.1.1 Motivation

Wie bereits in Kapitel 3.5 beschrieben, wird vor allem der Ort als wichtigster Kontextfaktor bei kontextorientierten Diensten für das Smartphone verwendet, da er einfach zu erfassen ist und die Grundlage für viele weitere sekundäre Kontextfaktoren bildet. Eine eigene Erhebung zum Thema *Ortsbezogene Dienste im Fahrzeug*⁷⁴ zeigt auf, dass auch im Fahrzeug das Bedürfnis

⁷³ Beide Prototypen wurden auf der größten DS-Konferenz, der *International Conference on Design Science Research in Information Systems and Technology (DESIST)* vorgestellt und diskutiert. Die Präsentation von CARLA erfolgte auf der DESIST 2013 und die Präsentation von AmbiTune auf der DESIST 2014 (siehe eigene Veröffentlichungen in Anhang A 20).

⁷⁴ Umfrage an der TU Braunschweig im Jahr 2011 mit 185 vollständigen Datensätzen.

nach ortsbezogenen Diensten vorhanden ist (siehe Anhang A 2). Hier wurden die Bereiche *Organisation*, *Audio*, *Soziale Netzwerke* und *Wissen* als besonders wichtige Bereiche genannt. Zwar sind lediglich 15 Prozent der Befragten bereit eigene ortsbezogene Inhalte aus dem Fahrzeug mit anderen zu teilen. Jedoch gaben 70 Prozent der Befragten an, dass sie gerne auf ortsbezogene Inhalte im Fahrzeug zurückgreifen würden. Sogar bei der Musikeinspielung hat der Ort eine besondere Relevanz zur Bereitstellung einer kontextorientierten Auswahl.

Wie bereits in Kapitel 3.5.3 dargestellt, reicht für die Bereitstellung kontextsensitiver Inhalte auf Smartphones häufig der aktuelle Standort des Nutzers aus. Für Anwendungen im Fahrzeug ist der zukünftige Aufenthaltsort bzw. der vorausliegende Streckenverlauf sowie das Fahrtziel von zentraler Bedeutung, da der aktuelle Ort nach wenigen Sekunden bereits der Vergangenheit angehört [Di Lorenzo et al. 2009, S. 1].

Dieser vorausliegende Streckenverlauf wird als *Informationshorizont* bezeichnet und bildet eine Vorausschau sowohl in geografischer als auch in zeitlicher Hinsicht. Er bietet somit die Grundlage zur Ermittlung weiterer relevanter Kontextparameter, wie Zielort, Fahrtdauer oder Fahrtmission und dient dadurch auch als Grundlage für ein kontextorientiertes Musikempfehlungssystem im Fahrzeug.

Navigationssysteme bieten grundsätzlich die Möglichkeit, anhand des eingegebenen Ziels und der daraus errechneten Route den Informationshorizont zu generieren und weiteren Anwendungen zur Verfügung zu stellen. Jedoch finden Fahrten zu bekannten Zielen tendenziell ohne Navigationshilfe statt. Lediglich sechs Prozent der Autofahrer nutzen täglich ein Navigationsgerät [Statista 2011a]. Somit stehen diese notwendigen Kontextinformationen auf Alltagsfahrten nicht zur Verfügung und verhindern dadurch eine automatisierte Nutzung einer Vielzahl kontextsensitiver Anwendungen im Fahrzeug. Denkbar sind unter anderem Verkehrsinformationssysteme, die frühzeitig vor Behinderungen, wie Staus warnen und entsprechende Alternativrouten vorschlagen. Des Weiteren ermöglicht der Informationshorizont eine situativ angepasste Bereitstellung multimedialer Inhalte. Somit können anhand der voraussichtlichen Restfahrdauer Musikplaylisten ausgewählt bzw. zusammengestellt werden. Ebenfalls denkbar sind mediale Inhalte bzgl. der vorausliegenden Strecke und des Zielorts, wie zum Beispiel Parkplatzreservierungen, Lokalnachrichten, (spontane) Mitfahrgelegenheiten oder spezielle Angebote von Geschäften entlang der Strecke sowie das Erinnern an den persönlichen, digitalen Einkaufszettel vor dem Passieren eines Supermarktes [Monclar et al. 2009, S. 2525; Nöcker et al. 2005, S. 152f].

6.1.2 Vorhersage des Informationshorizonts

Vor der Nutzung des Informationshorizonts stellt sich die Frage nach dessen Ermittlung auf einem Großteil der Fahrten, bei denen das Navigationsgerät nicht verwendet wird. Bei diesen Routinefahrten muss der Informationshorizont nach Möglichkeit anderweitig automatisiert ermittelt werden, so dass dieser für kontextsensitive Anwendungen im Fahrzeug genutzt werden kann [Nöcker et al. 2005, S. 151].

6.1.2.1 Relevanz und Problematik

Schönfelder & Axhausen untersuchten im Rahmen einer Studie die Alltagsmobilität von 350 Personen über einen Zeitraum von sechs Wochen. Dabei stellten sie fest, dass durchschnittlich etwa 80 Prozent aller Fahrten zu lediglich fünf unterschiedlichen Zielen führen [Schönfelder & Axhausen 2001]. Unter der Annahme derart homogener, geografischer Fahrgewohnheiten lässt sich ein System entwickeln, welches auf Basis vergangener Fahrten das nächste Fahrtziel antizipiert und den dazu gehörenden Informationshorizont generiert, ohne eine Interaktion zwischen Nutzer und Navigationssystem zu erfordern. Ein erhebliches Problem bei der Ermittlung des Informationshorizonts stellt jedoch eine mögliche Überschneidung von Routen dar.

Befindet sich der Nutzer mit seinem Fahrzeug auf einer dem System bekannten Route, die lediglich zu einem einzigen Zielort führt, so kann das System auch nur dieses Ziel antizipieren bzw. den dazugehörigen Informationshorizont generieren. Ein Streckenabschnitt, auf dem sich der Nutzer befindet, kann allerdings auch Teil mehrerer bereits bekannter Routen sein, was die Vorhersage des korrekten Informationshorizonts erschwert. Andere Arbeiten zeigen jedoch, dass das Fahrverhalten von Autofahrern neben einer geografischen auch eine temporale Regelmäßigkeit aufweist. So wird durchschnittlich etwa die Hälfte aller Fahrten, welche zu einem bestimmten Ziel führen, zur gleichen Uhrzeit unternommen [Froehlich & Krumm 2008, S. 1; Simmons et al. 2006, S. 127].

Demzufolge lässt sich das Ergebnis der Prädiktion unter Zuhilfenahme der Kontextinformationen *Tageszeit* und *Wochentag* verbessern. Daneben spielt auch die *Tripfrequenz* bzw. die Häufigkeit, mit der eine bestimmte Route bereits befahren wurde, eine wichtige Rolle bei der Ermittlung des korrekten Informationshorizonts ein, da diese implizit einen zuverlässigen Erfahrungswert für die Wahl einer Route enthält: Hat ein Nutzer in der Vergangenheit eine Route häufiger gewählt als eine andere, so ist es wahrscheinlich, dass er diese auch in Zukunft wählt. Der Einfluss dieser Parameter auf die Korrektheit der Prädiktion wird nachfolgend betrachtet und anschließend wird ein eigener Prototyp zur Bestimmung des Informationshorizonts vorgestellt.

6.1.2.2 Verwandte Arbeiten

Die Vorhersage des zukünftigen Aufenthaltsortes einer Person resp. des Informationshorizonts von Fahrzeugen ist bereits in einer Reihe von Publikationen untersucht worden (siehe Tabelle 18). Es existieren grundsätzlich zwei Gruppen von Verfahren zur Vorhersage der Route, die sich anhand ihrer Datenquelle unterscheiden.

Tabelle 18: Gegenüberstellung verwandter Arbeiten zur Prädiktion der Fahrtroute

Quelle	Daten- quelle	Berücksichtigung weiterer Kontexte	Verwendetes Verfahren	Eignung für Informations- horizont
[Laasonen et al. 2004]	GSM	Nein	Hidden-Markov-Modell (HMM) für Besuchshäufigkeiten von Funkzellen	Nein, da Funkzellen prädiziert werden
[Eisner et al. 2011]	GSM	Nein	Dijkstra-Algorithmus zur Ermittlung des kürzesten Pfades zum Zielort	Bedingt, weil Dijkstra-Pfad nicht immer die tatsächliche Route darstellt
[Ashbrook & Starner 2003]	GPS	Nein	HMM für geclusterte Orte	Nein, da nur Zielorte prädiziert werden
[Chen et al. 2010]	GPS	Nein	HMM für aus Fahrten geclusterte Grid-Cells	Nein, da Grid-Cells prädiziert werden
[Liao et al. 2007]	GPS	Geschwindigkeit, Wissen über Bushaltestellen und Parkplätze	Hierarchisches HMM für Straßensegmente, signifikante Orte sowie für zusätzliche Kontextinformationen	Ja
[Xue et al. 2009]	GPS	Verkehrsaufkommen (Rush-Hour)	Vier HMMs für Besuchsfrequenzen von Straßensegmenten zu unterschiedlichen Tageszeitabschnitten	Bedingt, da lediglich nächstes Straßensegment prädiziert wird
[Simmons et al. 2006]	GPS	Tageszeit, Wochentag, Geschwindigkeit	HMM für Straßensegmente	Bedingt, da lediglich nächstes Straßensegment prädiziert wird
[Froehlich & Krumm 2008]	GPS	Nein	Variante der Hausdorff-Metrik zur Prädiktion der topologisch ähnlichsten Route	Ja

Bei der einen Gruppe werden GSM⁷⁵-Positionsdaten verwendet und die andere Gruppe basiert auf GPS-Daten um eine Vorhersage zu treffen.

Laasonen et al. (2004) zeichnen Transitionen eines Nutzers zwischen benachbarten GSM-Funkzellen auf, um auf Basis ihrer Besuchshäufigkeiten ein Hidden-Markov-Modell (HMM) zu modellieren. Das HMM ist ein stochastisches Modell und beschreibt einen gerichteten Zustandsübergangsgraph, der Wahrscheinlichkeitsverteilungen bzgl. der Transitionen seiner Zustände (hier Funkzellen) repräsentiert. Die Extraktion einer verwertbaren Route findet bei dieser Arbeit allerdings nicht statt. [Laasonen et al. 2004]

Eisner et al. (2011) verfolgen einen ähnlichen Ansatz. Sie reichern ihr Verfahren jedoch mit einer digitalen Karte an, die topologische Informationen über das zugrunde liegende Straßennetz enthält. Die Verwendung des Dijkstra-Algorithmus ermöglicht ihnen, den kürzesten Pfad zwischen dem aktuellen Standort des Nutzers und seinem voraussichtlichen Zielort zu ermitteln. Allerdings ist es fraglich, ob der Nutzer tatsächlich den Dijkstra-Pfad wählt. Des Weiteren ist eine Positionsbestimmung anhand von GSM-Funkzellen vergleichsweise ungenau, da eine Funkzelle einen Radius von mehreren Kilometern aufweisen kann und eine räumliche Überschneidung von Funkzellen nicht auszuschließen ist. [Eisner et al. 2011]

Ashbrook und Starner (2003) zeichnen die zurückgelegten Wege eines Nutzers mittels GPS auf. Anschließend setzen sie ein Clustering ein, um signifikante Orte zu identifizieren und daraus ein HMM zweiter Ordnung abzuleiten. Eine Extraktion und Nutzbarmachung der Route zum prädierten Zielort findet auch in ihrem Verfahren nicht statt. [Ashbrook & Starner 2003]

Das Verfahren von Chen et al. (2010) ähnelt zwar dem von Ashbrook und Starner (2003), allerdings findet neben dem Clustering von signifikanten Orten auch ein Clustering von GPS-Positionen entlang der Routen statt. Dadurch wird ein räumliches Netz aus sogenannten Grid-Cells aufgespannt. Bewegt sich eine Person durch dieses Netz, wird die Transitionssequenz der Grid-Cells mit bekannten Sequenzen anhand ihrer Ähnlichkeit verglichen. Die Sequenz mit der höchsten Übereinstimmung wird daraufhin als zukünftige Route angenommen. Chen et al. geben eine Genauigkeit von ca. 80 Prozent bei der Ermittlung des richtigen Zielortes sowie eine Genauigkeit von etwa 60 Prozent bei der Ermittlung der nächstfolgenden Grid-Cell an. [Chen et al. 2010]

Aufgrund von Ungenauigkeiten bei der Nutzung von GPS verwenden Liao et al. (2007) bei ihrem Verfahren einen Map-Matching-Algorithmus. Dem Map-Matching liegt eine Topologie aus

⁷⁵ GSM steht als Kurzform für *Global System for Mobile Communications* und ist ein Standard für digitale Mobilfunknetze, der vorrangig für die Telefonie genutzt wird.

Knoten (Kreuzungen) und Kanten (Straßensegmente) zugrunde. Eine gemessene GPS-Position wird somit auf die Kante übertragen, deren Abstand am geringsten ist. Dies löst das Problem der ungenauen Messung von GPS-Positionen und ermöglicht eine Verwendung normierter Routen. Unter zusätzlicher Verwendung der Kontextinformationen Beschleunigung und Geschwindigkeit sowie dem Wissen über Bushaltestellen und Parkplätze leiten sie außerdem ab, ob die Person zu Fuß, mit dem Auto oder mit dem Bus unterwegs ist. Sie nutzen diese Kontextinformationen als Parameter für ein mehrdimensionales (hierarchisches) HMM, um den wahrscheinlichen Zielort der Person zu bestimmen. Sie geben hierfür eine durchschnittliche Genauigkeit von 66 Prozent zu Beginn der Strecke an, die im Verlauf der Strecke auf bis zu 98 Prozent steigt. Ihre Ergebnisse sind jedoch fraglich, da die verwendeten Trainingsdaten das Verhalten von lediglich einer Person über einen Zeitraum von 30 Tagen abdecken. [Liao et al. 2007]

Xue et al. (2009) prädictieren den zukünftigen Streckenverlauf eines Fahrzeugs mithilfe vier einzelner Hidden-Markov-Modelle. Jedes dieser Modelle stellt Straßensegmente und ihre Besuchshäufigkeiten zu unterschiedlichen Tageszeitabschnitten dar. Dadurch sind die Autoren in der Lage, die Vorhersage an das Verkehrsaufkommen (Rush-Hour) anzupassen. Sie evaluieren ihr Verfahren mit Trainingsdaten von ca. 4.000 Taxen und geben eine durchschnittliche Genauigkeit von etwa 70 bis 80 Prozent für die Prädiktion des nächsten Straßensegments an. [Xue et al. 2009]

Simmons et al. (2006) nutzen eine Straßentopologie sowohl für das Map-Matching von GPS-Positionen als auch für die Abbildung der besuchten Straßensegmente in einem HMM. Um die Ergebnisse der Prädiktion zu verbessern, erweitern die Autoren ihr Modell um die Kontextparameter Tageszeit, Wochentag sowie Geschwindigkeit des Fahrzeugs. Sie geben an, dass das nächste Straßensegment mit einer Wahrscheinlichkeit von bis zu 98 Prozent richtig vorhergesagt wird. Allerdings sind in ihrem Modell 95 Prozent aller Straßensegmente auch nur mit einem einzigen weiteren Straßensegment verbunden, das erreicht werden kann. Für Straßensegmente mit mehr als einem Adjazenten liegt die Genauigkeit etwa zwischen 70 und 80 Prozent. Des Weiteren untersuchen sie den Einfluss der Kontextparameter Geschwindigkeit, Wochentag und Tageszeit auf die Genauigkeit der Vorhersage. Die Autoren kommen diesbezüglich zu dem Schluss, dass eine Verwendung des Wochentags sowie der Tageszeit keine Verbesserung der Prädiktionsergebnisse bewirkt. Ihrer Meinung nach sei ausschließlich die Geschwindigkeit ein geeigneter Indikator für die Wahl einer bestimmten Strecke, zum Beispiel bei Abbiegemanövern. Die Richtigkeit dieser Aussage ist jedoch zu hinterfragen, da die Evaluation mit Trainingsdaten aus lediglich 42 Fahrten erfolgte. [Simmons et al. 2006]

Froehlich und Krumm (2008) nutzen im Gegensatz vieler der bisher genannten Verfahren zwar keine Straßentopologie, um ein Map-Matching auf GPS-Positionen anzuwenden oder um Straßensegmente und ihre Besuchshäufigkeiten in einem HMM abzubilden. Dafür ermöglicht ihr Verfahren jedoch eine vergleichsweise weite Vorausschau, da die gesamte bevorstehende Strecke prädiziert wird und nicht nur das nächstfolgende Straßensegment. Für eine möglichst repräsentative Evaluation ihres Verfahrens verwenden die Autoren mehr als 14.000 Fahrten von 252 Personen. Sie prüfen diese Fahrten mithilfe einer Variante der Hausdorff-Metrik⁷⁶ auf gegenseitige Ähnlichkeit und fassen sie ggf. zu Routen zusammen. Dieses Ähnlichkeitsmaß findet ebenso bei der Prädiktion des Informationshorizonts Anwendung, indem die bereits gefahrene Strecke auf topologische Ähnlichkeit zu bekannten Routen geprüft wird. Die Autoren stellen in ihren Untersuchungen zwar fest, dass es eine Korrelation zwischen der Tageszeit und der Wahl einer bestimmten Strecke gibt, allerdings verwenden sie diese Erkenntnis nicht in ihrem Modell. Das Ergebnis der Prädiktion ist lediglich die Route mit der besten bzw. längsten topologischen Übereinstimmung bzgl. der aktuellen Fahrt. Sie geben für die Prädiktion der gesamten bevorstehenden Strecke eine im Streckenverlauf steigende Genauigkeit von bis zu 40 Prozent an. Sie vermuten abschließend, dass sich diese Genauigkeit unter Zuhilfenahme temporaler Kontextparameter jedoch steigern ließe. [Froehlich & Krumm 2008]

Die vorgestellten Publikationen zeigen, dass eine Vorhersage des zukünftigen Aufenthaltsortes mit Hilfe verschiedener Verfahren generell möglich ist. Die Güte der Vorhersage unterscheidet sich jedoch stark. Die GPS-basierten Verfahren liefern dabei bessere Ergebnisse als die GSM-basierten. Bei allen Publikationen bis auf [Froehlich & Krumm 2008] wird jedoch lediglich die Prognosegenauigkeit für das nächste Streckensegment bzw. die nächste Funkzelle betrachtet. Eine Aussage der Genauigkeit für den gesamten vorausliegenden Streckenverlauf bis zum Ziel wird nicht gegeben.

Wie bereits zu Beginn des Kapitels erwähnt, profitiert der Autofahrer von einem solchen System bei Alltagsfahrten, bei denen das Navigationsgerät nicht verwendet wird. Hier ist für viele kontextsensitive Dienste eine Vorhersage der gesamten vorausliegenden Strecke und vor allem des Ziels notwendig. Das im nächsten Abschnitt vorgestellte eigens entwickelte Modell befasst sich mit der Vorhersagegenauigkeit der gesamten vorausliegenden Strecke und überprüft dabei den Einfluss verschiedener Kontextparameter. Hierdurch soll auch die Vermutung von Froehlich

⁷⁶ Bei der Hausdorff-Metrik handelt es sich um ein Verfahren zur Messung des Abstandes zwischen zwei nichtleeren Teilmengen.

und Krumm (2008) bzgl. des Zusammenhangs zwischen der Verwendung temporaler Kontextparameter und einer korrekten Vorhersage bestätigt werden.

6.1.2.3 Entwicklung eines eigenen Modells

Dem Modell dieser Arbeit liegen konsekutiv aufgezeichnete GPS-Positionsmeldungen zugrunde. Diese enthalten als Positionsdaten neben Längen- und Breitengrad auch den Zeitstempel, die geografische Höhe, den Ungenauigkeitsradius und – sofern verfügbar – eine geokodierte Adresse. Um mithilfe dieser unsepariert vorliegenden Positionsmeldungen separate Fahrten abbilden zu können, werden alle Positionsmeldungen zu einer Fahrt zusammengefasst, deren Zeitstempel nahe beieinander liegen. Als Schwellenwert hierfür werden fünf Minuten gewählt, sodass bspw. längere Tunnelfahrten nicht das Ende einer Fahrt bedeuten. Um Fahrten zum Zweck der Prädiktion des Informationshorizonts miteinander vergleichen zu können, werden sie als gerichtete azyklische Graphen modelliert (siehe Abbildung 62).

Die Positionsmeldungen (P_x) stellen dabei die Knoten des Graphen dar. Die Kanten des Graphen verknüpfen die Positionsmeldungen paarweise miteinander und bilden somit implizit den Streckenverlauf der Fahrt⁷⁷ ab, der nicht direkt aufgezeichnet wurde. In Abbildung 62 ist mit Positionsmeldung P_1 der Startpunkt der Fahrt gekennzeichnet und mit P_n das Ziel der Fahrt.

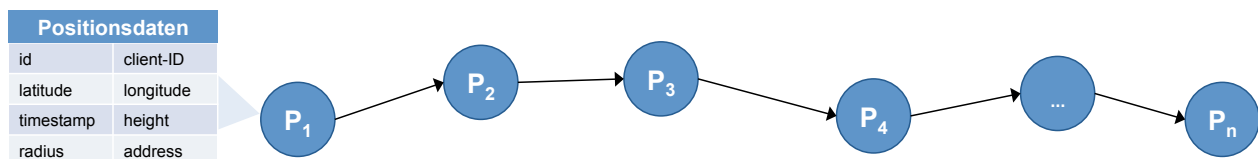


Abbildung 62: Fahrt als gerichteter, azyklischer Graph

Um Wiederholungen im Fahrverhalten eines Nutzers zu identifizieren, wird mithilfe einer Variante der Hausdorff-Metrik⁷⁸ jeder Trip mit jedem anderen verglichen. Stellt die Metrik eine Wiederholung (Ähnlichkeit zweier Trips) fest, werden sie miteinander verknüpft. Jeder Trip hat dementsprechend Kenntnis über seine wiederholten bzw. ähnlichen Trips. Ihre Anzahl definiert die gesuchte *Tripfrequenz*, die als Parameter bei der Prädiktion des Informationshorizonts eingesetzt werden soll. Die temporalen Kontextparameter *Tageszeit* und *Wochentag* werden aus der ersten Positionsmeldung eines Trips entnommen. Diese drei genannten Parameter (Tripfrequenz, Wochentag und Tageszeit) sollen zusätzlich verwendet werden um aus den

⁷⁷ Dieser Streckenverlauf einer aufgezeichneten Fahrt vom Start- bis zum Zielpunkt wird fortlaufend als Trip bezeichnet.

⁷⁸ Für weitere Informationen zur Hausdorff-Metrik und der Anwendung siehe Anhang A 3.

historischen Fahrten und dem aktuellen Fahrtverlauf den Informationshorizont für die aktuelle Fahrt zu bestimmen.

Einem durchschnittlichen Nutzer wird eine geografische Homogenität in seinen Fahrgewohnheiten unterstellt. Daher ist während einer Fahrt davon auszugehen, dass der vorausliegende Streckenverlauf eines Nutzers mit seiner bereits zurückgelegten Strecke zusammenhängt. Folglich muss die aktuell zurückgelegte Strecke des Nutzers (*Currently-Driven-Trip*, *CDT*) mit all seinen vergangenen Fahrten (*Already-Driven-Trips*, *ADTs*) auf topologische Übereinstimmung verglichen werden. Da jedoch nicht jeder ADT als Informationshorizont infrage kommt, werden vorher diverse Filtertechniken eingesetzt werden, um den Rechenaufwand auf ein vertretbares Niveau zu begrenzen.

Dementsprechend werden zunächst ausschließlich ADTs betrachtet, deren Streckenverläufe überhaupt einen geografischen Schnittpunkt mit dem aktuellen Standort des Nutzers aufweisen. Alle sonstigen ADTs liegen geografisch nicht in der Nähe des Nutzers und können daher ignoriert werden. Um den Rechenaufwand weiter zu reduzieren, werden ferner nur ADTs betrachtet, deren topologische Übereinstimmung mit dem CDT einem festgelegten Mindestmaß entspricht. Hierbei findet auch eine Prüfung der Fahrtrichtung der ADTs statt, da Straßen auch Einbahnstraßen sein können und ein prädikierter Trip mit gegensätzlicher Fahrtrichtung auch nicht den Fahrgewohnheiten des Nutzers entspricht. Dementsprechend werden alle ADTs ignoriert, die eine entgegengesetzte Fahrtrichtung in Bezug zum CDT aufweisen.

Es verbleibt letztendlich nur ein Bruchteil der ursprünglichen Menge von ADTs, die tatsächlich als voraussichtliche Trips des Nutzers infrage kommen. Sie alle haben zwar eine hohe topologische Übereinstimmung mit dem CDT, aber (möglicherweise) einen ganz unterschiedlichen zukünftigen Streckenverlauf. Um unter ihnen dennoch den möglichst richtigen Kandidaten zu finden, müssen neben der bereits zurückgelegten Strecke weitere Kontextparameter ausgewertet werden. Hierzu werden Tripfrequenz, Wochentag und Uhrzeit herangezogen.

6.1.2.4 Anwendungsbeispiel

Abbildung 63 zeigt ein Beispielszenario auf, wobei der CDT durch blaue Knoten symbolisiert wird. Alle ADTs, die aus unterschiedlichen Gründen nicht als Informationshorizont in Frage kommen, sind grau markiert. Die ADTs, die nun noch übrig sind, stellen mögliche Kandidaten für den vorausliegenden Streckenverlauf dar (grüne Knoten). Die topologische Übereinstimmung mit dem CDT beträgt hier aus Gründen der Vereinfachung bei allen Kandidaten 100 Prozent. Im Beispielszenario sind drei mögliche Kandidaten identifiziert.

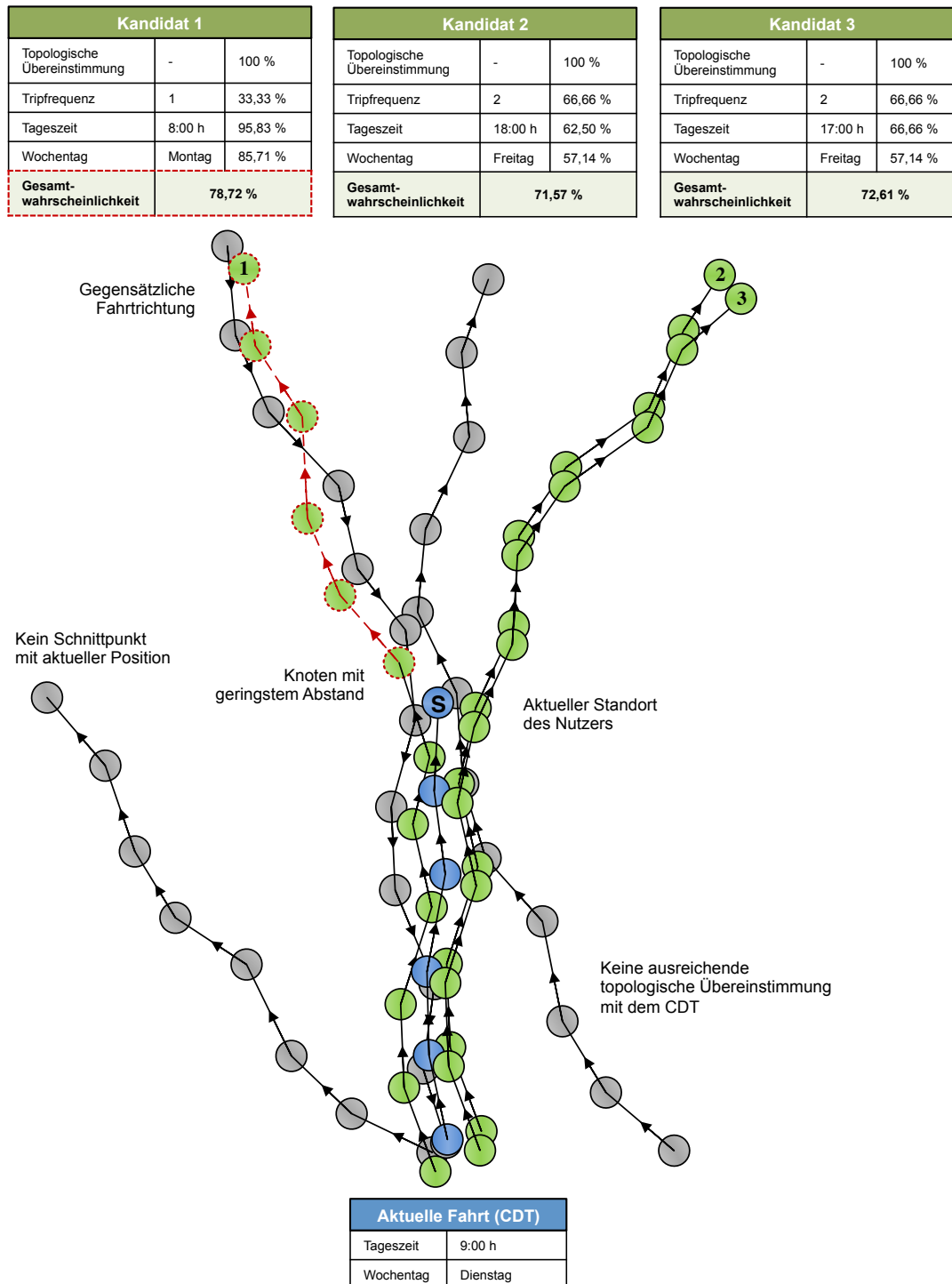


Abbildung 63: Beispielszenario für die Prädiktion des Informationshorizonts

Um unter ihnen dennoch einen möglichst richtigen Kandidaten zu finden, werden neben der topologischen Übereinstimmung nun auch die Kontextparameter Tageszeit, Wochentag und Routenfrequenz betrachtet. Die Kontextparameter *Tageszeit* und *Wochentag* eignen sich zur

Prädiktion des Informationshorizonts besonders, weil einem durchschnittlichen Nutzer neben einer geografischen Homogenität auch eine temporale Homogenität in seinen Fahrgewohnheiten unterstellt wird. Da angenommen wird, dass wiederholte Fahrten häufig zur gleichen Uhrzeit beginnen, werden die temporalen Kontextparameter dem Zeitstempel der ersten Positionsmeldung eines Kandidaten entnommen und mit denen des CDT auf Ähnlichkeit geprüft. So haben etwa die Tageszeiten 8:00 Uhr und 9:00 Uhr auf einer 24-Stunden-Skala eine Ähnlichkeit von ca. 96 Prozent ($= 100 - (100 / 24 \cdot (9-8))$). Die Wochentage Montag und Dienstag haben auf einer 7-Tage-Skala eine Ähnlichkeit von etwa 86 Prozent ($= 100 - (100 / 7 \cdot (2-1))$).

Für Fahrgewohnheiten, die nicht von einer temporalen Homogenität geprägt sind, eignet sich die *Tripfrequenz* als zuverlässiger Parameter für eine korrekte Prädiktion des Informationshorizonts. Im Beispielszenario von Abbildung 63 beträgt die auf der Tripfrequenz basierende Wahrscheinlichkeit für das linke Fahrtziel (Kandidat 1) ca. 33 Prozent und für das rechte Fahrtziel (Kandidat 2 und 3) etwa 67 Prozent.

Die topologische Übereinstimmung sowie die unterschiedlichen Kontextparameter entsprechen gewissermaßen kontextspezifischen Wahrscheinlichkeiten, mit denen ein Nutzer zukünftig eine Strecke wählt. Hierfür ist jedoch die Gesamtwahrscheinlichkeit eines Kandidaten ausschlaggebend, welche sich aus dem arithmetischen Mittel ergibt. Im Beispiel von Abbildung 63 fährt der Nutzer mit einer Gesamtwahrscheinlichkeit von über 78 Prozent den Streckenverlauf von Kandidat 1. Um kontextsensitiven Anwendungen im Fahrzeug einen entsprechenden Informationshorizont bereitzustellen, wird derjenige Knoten in Kandidat 1 gewählt, dessen Abstand zum aktuellen Standort des Nutzers am geringsten ist. Dieser und alle darauf folgenden Knoten beschreiben den wahrscheinlichen Fahrtverlauf des Nutzers und bilden somit seinen Informationshorizont, welcher in Abbildung 63 durch gestrichelte rote Linien und Knoten gekennzeichnet ist.

6.1.3 Prototyp

Im Rahmen des Projektes wurde die Anwendung *CARLA*⁷⁹ entwickelt. Aufgrund hoher Anforderungen an die Rechenleistung fiel die Entscheidung auf eine Client-Server-Architektur. Der CARLA-Client ist eine Anwendung für Android-Smartphones (siehe Abbildung 64). Der Client dient einerseits dazu die Fahrten mittels GPS aufzuzeichnen und andererseits um den prädizierten Informationshorizont an den Nutzer zurückzuliefern.

⁷⁹ Kurzform für *Context-Aware Route Learning Application*.



Abbildung 64: Nutzung des CARLA-Clients auf dem Android-System

Die Applikation selbst besteht hauptsächlich aus der Kartenansicht, die mittels Google Maps realisiert wurde. Auf der Karte ist der CDT als blauer Pfad dargestellt und die aktuell ermittelte Position wird durch einen blauen Punkt signalisiert. Liegt ein prädizierter Informationshorizont vor, wird dieser durch einen roten Pfad dargestellt und der Zielort markiert. Neben der Kartenansicht wird im oberen Bereich der Ansicht in der schwarzen Kopfzeile die aktuelle Position als Adresse zurückgeliefert. Unterhalb dieser Angabe erfolgt die Ausgabe der Zieladresse, sofern verfügbar. Diese prädizierte Zieladresse wird fortlaufend überprüft.

Der CARLA-Webserver übernimmt die rechenintensive Prädiktion des Informationshorizonts. Während der Fahrt sendet der Client seine GPS-Position an den Server. Als Intervall hierfür genügt eine Auflösung von 10 Sekunden, um den Fahrtverlauf ausreichend detailliert abzubilden. Unabhängig davon fragt der Client regelmäßig den Informationshorizont an.

Der Server generiert aus allen ihm vorliegenden Positionsmeldungen den aktuellen (CDT) sowie alle vergangenen Trips (ADTs), um in einem Data-Mining-Prozess nach dem bereits beschriebenen Verfahren den voraussichtlichen Trip des Nutzers zu ermitteln. Findet der Server diesen Trip, extrahiert er daraus die vorausliegende Strecke und sendet sie als Informationshorizont zum Client zurück (siehe Abbildung 65).

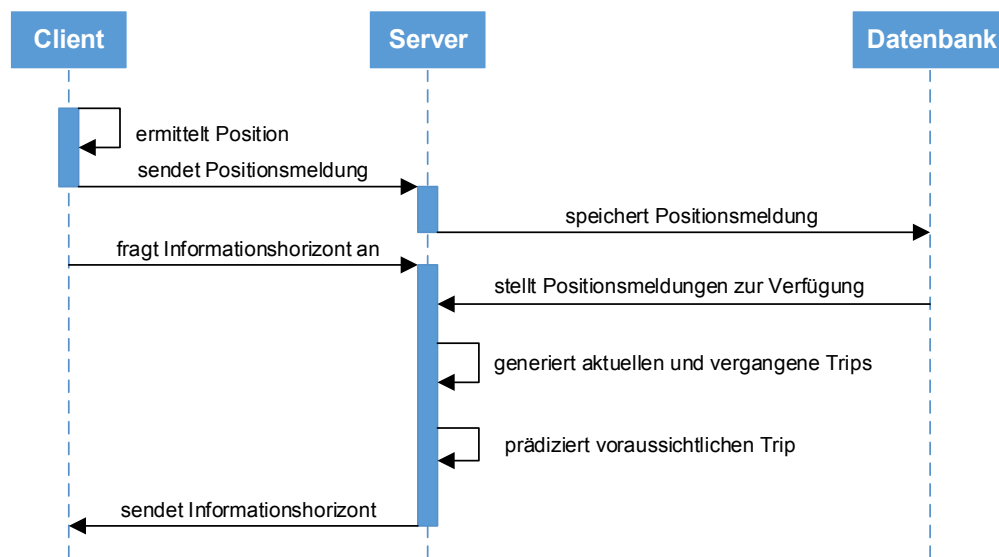


Abbildung 65: Sequenzdiagramm zur Client-Server-Kommunikation von CARLA

Neben der Android-Applikation wurde auch eine Webanwendung entwickelt (siehe Abbildung 66). Nach Anmeldung über ein persönliches Benutzerkonto ermöglicht diese eine Ansicht der aufgezeichneten Fahrten.



Abbildung 66: Simulation einer Fahrt in der Webanwendung

Die Darstellung erfolgt in Form einer zweidimensionalen Karte mittels Google Maps (rechte Seite) und als dreidimensionale Fahrtansicht mittels Google Earth (linke Seite). Die Visualisierung dient vor allem der Entwicklung und dem Testen von Anwendungsmöglichkeiten des Informationshorizonts, denn diese Prädiktion stellt eine Basistechnologie dar, die erst in Verbindung mit weiteren Anwendungen einen Nutzen stiftet.

Neben prädizierter Restfahrdauer, verbleibender Streckenlänge sowie wahrscheinlichem Zielort werden Umfeldinformationen (z.B. Bebauungszustand entlang der Strecke, Straßentyp oder Geschwindigkeitsbeschränkungen) angezeigt. Diese Informationen beschreiben ebenfalls den Fahrkontext des Nutzers und können für zukünftige Anwendungen relevant sein.

6.1.4 Probandenstudie und Evaluation

Zur ersten Evaluation des Prädiktionsverfahrens wurde eine Vorstudie durchgeführt, bei der fünf Teilnehmer insgesamt knapp 60.000 Positionsmeldungen und etwa 500 Autofahrten mit ca. 9.500 Kilometern Gesamtstreckenlänge aufzeichneten (siehe Tabelle 19).

Die Evaluation findet in einem Leave-one-out-Verfahren statt, was bedeutet, dass immer genau eine Fahrt eines Nutzers simuliert wird während die restlichen Fahrten des Nutzers als Trainingsdaten für die Prädiktion zur Verfügung stehen. Dabei wird sukzessive bei jedem Knoten der simulierten Fahrt ein Informationshorizont ermittelt. Da der tatsächlich vorausliegende Streckenverlauf bekannt ist, kann dieser mit dem generierten Informationshorizont ex post auf topologische Übereinstimmung verglichen werden. Der Informationshorizont gilt dabei als korrekt, solange die Streckenverläufe von Informationshorizont und tatsächlich vorausliegender Strecke nicht um mehr als 50 Meter divergieren (Hausdorff-Distanz < 50 Meter).

Tabelle 19: Daten aus der Probandenstudie

Proband	Anzahl Fahrten	Zurückgelegte Gesamtstrecke (km)	Durchschnittliche Fahrtlänge (km)	Quote wiederholter Fahrten
A	49	442,1	9,0	61 %
B	199	2951,2	14,8	69 %
C	38	284,4	7,4	11 %
D	46	1369,2	29,7	9 %
E	162	4428,3	27,3	64 %

Um zu zeigen, dass die Kontextparameter Tageszeit, Wochentag sowie Routenfrequenz einen positiven Einfluss auf die Prädiktion des Informationshorizonts ausüben, finden zwei unterschiedliche Evaluationsdurchläufe statt: Ein Evaluationsdurchlauf, bei dem lediglich die topologische Übereinstimmung der ADTs mit dem CDT als Entscheidungskriterium für die Prädiktion des Informationshorizonts verwendet wird und ein Durchlauf, bei dem zusätzlich die drei genannten Kontextparameter (KP) berücksichtigt werden. Die Ergebnisse dieser Evaluation können Abbildung 67 entnommen werden.

Die Ergebnisse der Probanden A, B und E fallen sehr positiv aus, wie Abbildung 67 illustriert. Bereits ohne Verwendung zusätzlicher Kontextparameter können bei ihren Fahrgewohnheiten bis zu 72 Prozent der vorausliegenden Strecke korrekt prädiziert werden. Die hohen Ergebnisse bei diesen Probanden sind vor allem auf ihre geografisch homogenen Fahrgewohnheiten zurückzuführen, da die Quote wiederholter Fahrten bei ihnen mehr als 60 Prozent beträgt, wie Tabelle 19 zeigt. Die Quote wiederholter Fahrten drückt aus, wieviele Routen mehr als einmal befahren wurden und daher (theoretisch) vollkommen korrekt vorhergesagt werden könnten. Die Verbesserung der Ergebnisse durch die Berücksichtigung zusätzlicher Kontextparameter lässt außerdem auf eine temporale Regelmäßigkeit in ihren Fahrgewohnheiten schließen.

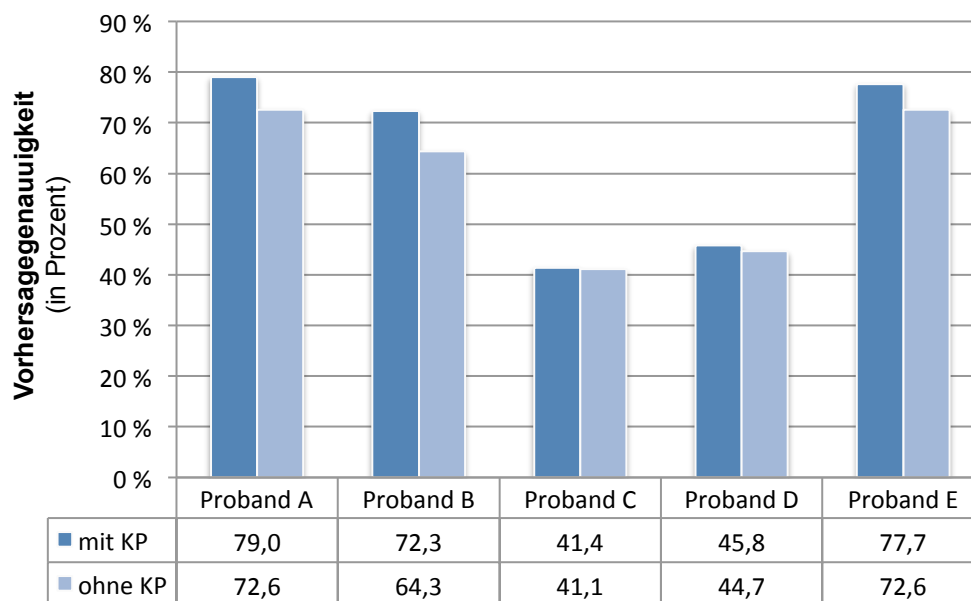


Abbildung 67: Ergebnisse der Evaluation von CARLA

Bei den Probanden C und D werden lediglich bis zu 45 Prozent der vorausliegenden Strecke durchschnittlich korrekt prädiziert. Eine Verwendung zusätzlicher Kontextparameter bewirkt bei ihnen keine deutliche Verbesserung der Ergebnisse. Da die Prädiktion des Informationshori-

zonts auf der Fahrthistorie des Nutzers basiert und die Quote wiederholter Fahrten bei diesen Probanden mit 9 bzw. 11 Prozent vergleichsweise gering ausfällt, ist davon auszugehen, dass ihre Fahrgewohnheiten zum Zeitpunkt der Evaluation noch nicht vollständig genug vorlagen, um höhere Ergebnisse zu erzielen oder diese Probanden über eine weniger homogene, geografische Fahrgewohnheit verfügen.

6.1.5 Fazit

Die vorliegende Arbeit zeigt prototypisch, wie kontextsensitive Anwendungen im Automobil realisiert werden können, indem dafür eine entscheidende Grundlage zur Verfügung gestellt wird: der Informationshorizont des Fahrzeugs. Dieser wird aus einer Menge mittels GPS aufgezeichneter Fahrten extrahiert. Die Ungenauigkeit der gemessenen GPS-Positionen erfordert den Einsatz einer Variante der Hausdorff-Metrik, um Fahrten auf topologische Ähnlichkeit zu testen. Für die vorliegende Problemstellung wird eine Hausdorff-Distanz von 50 Metern als Kongruenzkriterium gewählt, was für manche Anwendungen im Fahrzeug evtl. zu ungenau ist. Ein möglicher Ansatz zur Verbesserung wäre der Einsatz eines Map-Matching-Verfahrens, wie es einige der vorgestellten verwandten Arbeiten verwenden [Eisner et al. 2011; Liao et al. 2007; Simmons et al. 2006; Xue et al. 2009], da hierbei die gemessenen Positionen auf Straßensegmente einer digitalen Karte übertragen werden und somit eine hohe Positionsgenauigkeit erzielt wird. Darüber hinaus könnte detailliertes Kartenmaterial in Verbindung mit einem hochgenauen Positionssensor die Prädiktion des Informationshorizonts unterstützen, indem das Kartenmaterial Informationen über Abbiegespuren bereithält. Somit könnten anhand der Fahrspur unwahrscheinliche Kandidaten bei der Prädiktion des Informationshorizonts ausgeschlossen werden. Daneben könnten in Kreuzungssituationen die Stellung des Blinkerhebels sowie die Geschwindigkeit des Fahrzeugs als weitere Kontextparameter eingesetzt werden, um die Zuverlässigkeit der Prädiktion weiter zu verbessern.

Ein weiteres mögliches Problem ist der eventuell vorübergehende Verlust des GPS-Signals. Neben einem Ausfall des Systems bedeutet dies auch, dass die aufzuzeichnende Fahrt eine Lücke aufweist und somit die gefahrene Strecke nicht optimal repräsentiert. Sollte diese fehlerhafte Fahrt bei einer späteren Prädiktion als Informationshorizont infrage kommen, könnte sich dies negativ auf Anwendungen auswirken, die einen Informationshorizont als Entscheidungsgrundlage zur Bereitstellung von Diensten und Inhalten verwenden. Zur Lösung dieses Problems müssten daher im Falle eines Ausfalls alternative Technologien zur Positionsbestimmung eingesetzt werden, wie bspw. die Triangulation über Wireless Local Area Networks (WLAN). Diese eignet sich aufgrund der hohen Netzwerkdichte besonders in urbanen Regionen, in de-

nen üblicherweise hohe Hausfassaden und enge Straßenschluchten den Empfang von GPS-Signalen stören [Cheng et al. 2005].

Obwohl es bei der Prädiktion des Informationshorizonts offenbar noch eine Menge an Forschungsgegenständen für zukünftige Arbeiten gibt, zeigen die Evaluationsergebnisse aus der im Rahmen dieser Arbeit durchgeführten Studie bereits erste akzeptable Ergebnisse.

Für die Probanden A, B und E werden durchschnittlich etwa 72 bis 79 Prozent des vorausliegenden Streckenverlaufs korrekt vorhergesagt. Diese hohen Ergebnisse sind auf die Fahrgewohnheiten der Probanden zurückzuführen, die sowohl durch eine hohe geografische als auch durch eine temporale Homogenität geprägt sind.

Für die Probanden C und D werden durchschnittlich etwa 41 bzw. 45 Prozent des vorausliegenden Streckenverlaufs korrekt prädiziert. Offenbar sind diese vergleichsweise niedrigen Ergebnisse darauf zurückzuführen, dass die Fahrgewohnheiten dieser Probanden zum Zeitpunkt der Evaluation entweder noch nicht ausreichend bekannt waren oder dass sie über geografisch weniger homogene Fahrgewohnheiten verfügen. Um die ersten Ergebnisse der Vorstudie zu überprüfen, ist eine umfangreichere Studie mit einer größeren Probandenzahl über einen längeren Zeitraum erforderlich. Zudem muss untersucht werden, ob eine unterschiedliche Gewichtung der Kontextparameter zu einer Verbesserung der Vorhersagegenauigkeit führen kann. Beispielsweise ist anzunehmen, dass ein Teil der gewöhnlichen Routen eines Nutzers regelmäßig zu einer bestimmten Tageszeit befahren wird, während ein anderer Teil der Routen an bestimmten Wochentagen (und unabhängig von der Tageszeit) frequentiert wird. Daher erscheint eine routenspezifische Gewichtung der einzelnen Kontextparameter als Erweiterung des Ansatzes als sinnvoll.

Die durchgeführten Evaluationsdurchläufe zeigen jedoch bereits ohne eine differenzierte Gewichtung und ohne Überprüfung auf Signifikanz, dass die Kontextparameter Tageszeit, Wochentag und Routenfrequenz einen positiven Einfluss auf die Korrektheit der Prädiktion haben. Mithilfe der oben genannten Maßnahmen ließen sich die Ergebnisse vermutlich weiter verbessern, um kontextsensitiven Anwendungen im Fahrzeug eine noch zuverlässigere Entscheidungsgrundlage für die Bereitstellung von Inhalten und Diensten zu ermöglichen.

6.2 AmbiTune: Applikation zur kontextorientierten Musikwiedergabe

6.2.1 Motivation

Die Literaturanalyse zu CAMRS in Kapitel 4.3.2.3.1 zeigt bereits auf, dass das Forschungsinteresse an kontextorientierter Musikeinspielung in den letzten Jahren deutlich zugenommen hat. Seit Smartphones mit vielen Sensoren massenmarktfähig sind, ist auch die kontextorientierte Musikeinspielung für die Forschung und Praxis interessanter geworden. Auch Musikstreamingdienste wie Spotify oder Google Play Music haben diesen Trend erkannt und beginnen allmählich kontextorientierte Musikempfehlungen über die Tageszeit oder das Tempo beim Laufen zu generieren.

Eigene Studien und Sekundärstudien zeigen, dass die Musikeinspielung auch im Fahrzeug eine wesentliche Bedeutung hat und sich sowohl nach Fahrsituationen unterscheidet als auch die Fahrtbelastung beeinflusst (siehe Kapitel 5). Die eigene Literaturanalyse zeigt jedoch auch, dass im speziellen Bereich der kontextorientierten Musikeinspielung im Fahrzeug bisher nur wenig Forschungsaktivität stattgefunden hat. Unter den identifizierten Beiträgen befindet sich lediglich eine Applikation, die sich mit der kontextorientierten Musikeinspielung im Fahrzeug befasst. Die Anwendung *InCarMusic* von Baltrunas et al. (2011) soll daher in Kapitel 6.2.2 genauer betrachtet werden und Rückschlüsse für die Entwicklung einer eigenen Applikation liefern.

6.2.2 Verwandte Arbeiten

Bei dem identifizierten CAMRS für die Autofahrt *InCarMusic* handelt es sich um eine Applikation für das Android-Betriebssystem. Der Autofahrer erhält Musikempfehlungen, sofern er zuvor explizit über eine Webseite verschiedene Musiktitel bewertet und damit Favoriten benannt hat. Neue, also empfohlene Musik, kann per 5-Sternesystem vom Nutzer bewertet werden. [Baltrunas et al. 2011a, S. 92f] Die Applikation, sowie ein Nutzeraccount, standen für Testzwecke zur Verfügung. Über Umfragen identifizierte Zusammenhänge zwischen Musikgenre und Kontextparameterausprägungen durch die Forschergruppe sind Anhang A 17 zu entnehmen.

Architektur

Das System *InCarMusic* setzt sich aus der Webschnittstelle, einem Kontextserver und der App zusammen. Die über die Webschnittstelle gewonnenen Daten gelangen direkt zu dem Kontextserver und werden dort für nachfolgende Berechnungen von Empfehlungen bereitgehalten. Im Falle einer Bewertung eines Musiktitels innerhalb der App werden diese

Daten gegebenenfalls aktualisiert oder erweitert. Um Käufe von Musiktiteln zu ermöglichen, ist die App über die Benutzerkontos der Insassen mit dem Musikdownloaddienst *Musicload*⁸⁰ verknüpft. Die App verwendet die auf dem Smartphone vorhandene Musikkollektion. [Baltrunas et al. 2011a, S. 92]

Kontextakquise

Die Akquise der Kontextinformationen erfolgt explizit über die GUI der App durch manuelle Eingaben des Nutzers. Der Nutzer ist somit dafür zuständig, bei Bedarf die Konfiguration des aktuellen *Channels* mit den Daten des aktuellen Kontextes abzugleichen. Als Kontextfaktoren können *Fahrstil*, *Straßentyp*, *Landschaft*, *Müdigkeit*, *Verkehrsdichte*, *Stimmung*, *Wetter* und *Tagesabschnitt* angegeben werden (siehe Tabelle 20). [Baltrunas et al. 2011a, S. 91f]

Tabelle 20: Kontextfaktoren von *InCarMusic*

Kontextfaktor	Kontextinformation
Fahrstil	entspannt, sportlich
Straßentyp	Stadt, Autobahn, Serpentine
Landschaft	Natur, Küste, Berge, Urban
Schläfrigkeit	wach, müde
Verkehrsbedingungen	freie Fahrt, viel Verkehr, Stau
Stimmung	aktiv, glücklich, träge, traurig
Wetter	bewölkt, verschneit, sonnig, regnerisch
Tageszeit	tagsüber, morgens, nachts, nachmittags

Empfehlungsprozess

Um den Nutzern von *InCarMusic* eine sinnvolle Musikempfehlung basierend auf deren aktuellen Kontext zu unterbreiten, müssen zu Beginn die musikalischen Vorlieben der Nutzer in bestimmten Situationen über die Webschnittstelle erfasst werden. Dieser Schritt ist allerdings nicht zwingend erforderlich, da das System auch ohne zuvor gesammelte Nutzerdaten Empfehlungen zum aktuellen Kontext generieren kann. Auf Grund der geringen

⁸⁰ Musicload ist ein ehemals von der Deutschen Telekom betriebener Musikdienst, der mittlerweile von der Dixero Media betrieben wird (siehe www.musicload.de).

Informationsmenge können jedoch diese Empfehlungen unter Umständen für den Nutzer unbrauchbar sein.

Sobald der Nutzer die App das erste Mal startet, können bereits auf Grund gewisser Standardeinstellungen nach kurzer Zeit erste Musikempfehlungen vorgeschlagen werden. In diesem Fall wird der Nutzer zunächst als einziger Insasse des Autos registriert und es werden die Kontext- sowie Genre-Einstellungen des Standardkanals verwendet.

Diese Daten werden daraufhin mit den Nutzerdaten auf dem Kontextserver abgeglichen. Sofern bereits Nutzerdaten zu ähnlichen Situationen vorliegen, werden diese für die Berechnung der Empfehlungen mit einbezogen. Der Nutzer kann während der Nutzung der App die Empfehlungen beeinflussen, in dem er die vorgeschlagene Musiktitel bewertet, die Einstellungen für den aktuellen Kontext oder die Vorlieben für bestimmte Genre ändert. Da das System *InCarMusic* die Präferenzen aller Insassen berücksichtigt, kann sich das Hinzufügen oder das Entfernen von Insassen über die GUI (siehe Abbildung 68, Nummer 2) auf die Empfehlungen auswirken. [Baltrunas et al. 2011a, S. 91f]

Anwendung

Die Oberfläche der Anwendung ist durch drei Screenshots in Abbildung 68 dargestellt. Die Navigation innerhalb der Applikation erfolgt zwischen vier Bereichen: *Channels*, *Passengers*, *Play* und *Profile* (siehe Abbildung 68, Nummer 2).

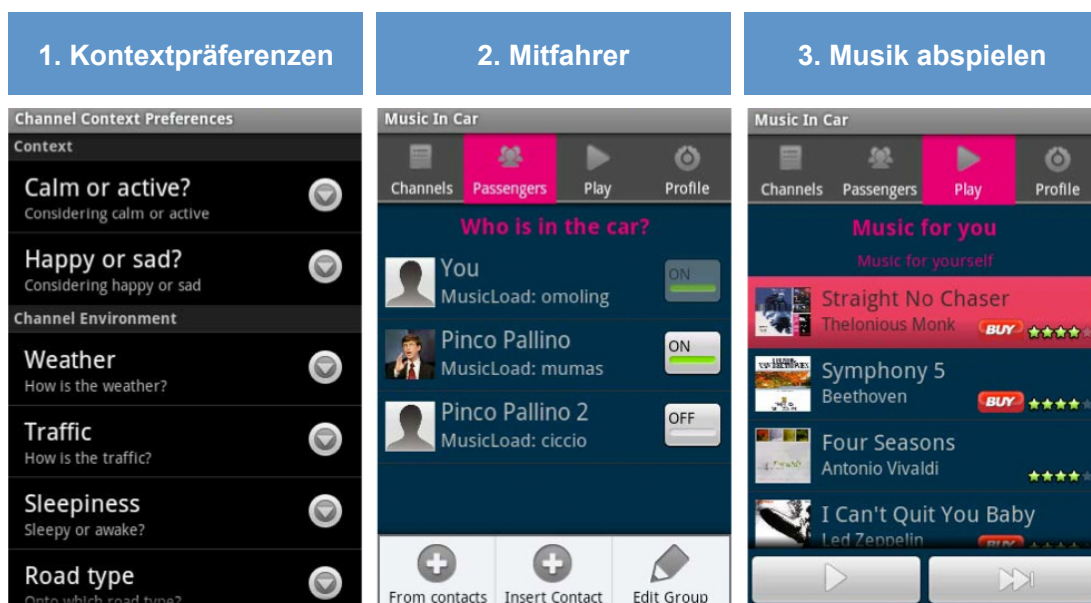


Abbildung 68: Oberfläche der App *InCarMusic*
(in Anlehnung an [Baltrunas et al. 2011a])

Im Bereich *Channels* besitzt der Nutzer die Möglichkeit für bestimmte Situationen Kanäle anzulegen, welche er anschließend im Bereich *Profile* mit speziellen Konfigurationen wie zum Beispiel Vorlieben für bestimmte Genre oder aktuelle Kontextinformationen versehen kann (siehe Abbildung 68, Nummer 1). In dem Bereich *Passengers* werden die Insassen eines Autos hinzugefügt und aktiviert bzw. deaktiviert (siehe Abbildung 68, Nummer 2).

Die eigentliche Hauptfunktion der App bietet der Bereich *Play*, in dem der Nutzer Musikempfehlungen präsentiert bekommt und vorgeschlagene Musiktitel abspielen kann (siehe Abbildung 68, Nummer 3). Während des Abspielens eines Musiktitels besitzt der Nutzer die Möglichkeit die Titel zu bewerten.

Problemidentifikation

Die Applikation InCarMusic ist eine erste Applikation zur kontextorientierten Einspielung von Musik im Fahrzeug und bietet daher erste Ansätze wie eine solche Applikation für den speziellen Kontext umgesetzt werden kann.

Sie nutzt jedoch rein profilbezogene Daten und Eingaben und keine automatische situationsbezogene Kontexterfassung durch Sensordaten. Eine Ableitung von weiteren sekundären Kontextparametern ist daher auch nicht möglich. Alle genutzten Kontextparameter (z.B. Straßentyp oder Wetter) sind vor Fahrtantritt durch den Nutzer anzugeben. Das System erfordert dementsprechend eine hohe Nutzerinteraktion und dadurch einen hohen Zeitaufwand zur fahrtbezogenen Konfiguration.

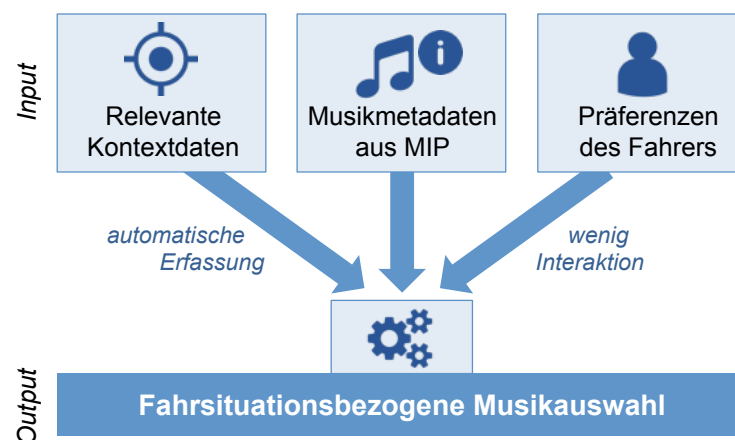


Abbildung 69: Anforderungen an ein CAMRS im Fahrzeug

Ein erweitertes System wird im Anwendungsfall Fahrzeug benötigt und von den potenziellen Nutzern gewünscht. Das System muss möglichst automatisch den Kontext erfassen und die

relevanten Kontextfaktoren ableiten sowie ermitteln. Zudem muss es möglichst umfangreiche Musikmetadaten aus einem Musikmetadatendienst⁸¹ sowie die persönlichen Musikpräferenzen aus dem Benutzerprofil verwenden. Dabei muss die Nutzerinteraktion vor bzw. während der Fahrt möglichst gering gehalten werden (siehe Abbildung 69).

6.2.3 Entwicklung eines eigenen Modells

Aufbauend auf dem Informationshorizont und der Applikation CARLA wurde im Rahmen des Projektes *AmbiTune* ein kontextorientiertes Musikempfehlungssystem für die Autofahrt entwickelt. Das System ist primär für den Autofahrer gedacht und berücksichtigt keine Begleitpersonen im Fahrzeug. Es verwendet Sensordaten vom Smartphone als primäre Kontextdaten, welche durch weitere Daten aus dem Internet angereichert werden, um Titel aus der eigenen Musiksammlung kontextbezogen zu Playlists zusammenzustellen und einzuspielen. Der Nutzer ist dabei nicht durch manuelle Eingaben gefordert und kann sich vollends auf die Autofahrt konzentrieren.

Ein erstes Modell von AmbiTune berücksichtigte lediglich das Umfeld⁸² zur Generierung einer kontextorientierten Playlist. Dazu wurde das Umfeld in die drei Klassen *Stadt*, *Land* und *Wald* eingeteilt und anhand dieser Klassen Musik mit unterschiedlicher Geschwindigkeit eingespielt. Erste Probandenstudien zeigten, dass dieses pragmatische Modell nicht die Nutzerbedürfnisse erfüllt. Zudem zeigten die Studien aus Kapitel 5, dass wesentlich mehr Kontextfaktoren eine Relevanz bei der Musikauswahl im Fahrzeug haben.

Demonstrierend wurde das Modell im zweiten Schritt um Parameter zur Straßenkategorie mit den dazugehörigen Geschwindigkeitsbegrenzungen und der aktuellen Geschwindigkeit des Fahrzeugs erweitert (siehe Abbildung 70).

Die Applikation nutzte nun den Informationshorizont zur Bestimmung der ungefähren Länge der Playlist für die aktuelle Fahrt (siehe Schritt 1). Anschließend wurden Strecken- und Umgebungsdaten für eine Unterteilung der Playlist in unterschiedliche Subplaylists genutzt (siehe Schritt 2). Dabei wurden die Subplaylists durch unterschiedliche Genres repräsentiert, die der Nutzer als seine Präferenzen angegeben hat. Anhand der Fahrtgeschwindigkeit auf einer bestimmten Straßenkategorie in Bezug zum aktuellen Geschwindigkeitslimit kann darauf

⁸¹ Ein Musikmetadatendienst (Music Intelligence Platform; kurz: MIP) ist eine Plattform, die Musikmetadaten zu Text und Audio für Entwickler und die Musikindustrie bereitstellt und über eine API angesprochen werden kann; bekanntester Anbieter ist The Echo Nest.

⁸² Für Informationen zur Bestimmung des Umfelds aus Kartenmaterial der Datenbank OpenStreetMap siehe Kapitel 6.2.3.2.

geschlossen werden, ob der Nutzer zu schnell oder zu langsam unterwegs ist. Generell kann auf schnellen Fahrabschnitten auch schnellere Musik eingespielt werden, jedoch sollte zu schnelles Fahrverhalten nicht durch die Musik unterstützt werden. Langsameres Fahrverhalten kann durch eine erhöhte Fahrtbelastung, wie beispielsweise viel Verkehr, ausgelöst und daher durch langsamere Musik bespielt werden. Die einzelnen Musikstücke aus der lokalen Musiksammlung des Nutzers wurden somit entsprechend der ermittelten Fahrtgeschwindigkeit und des Tempolimits automatisiert aus der Subplaylist anhand der drei Musikgeschwindigkeitsstufen (low, medium, high)⁸³ ausgewählt (siehe Schritt 3).

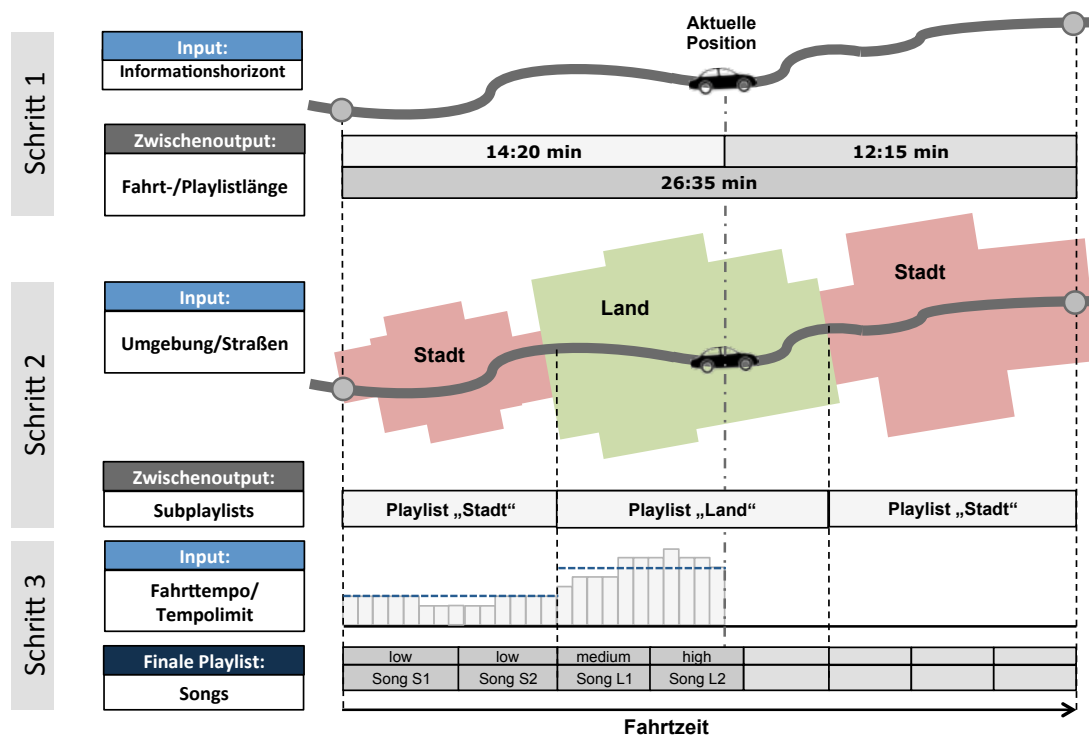


Abbildung 70: Funktionsweise des zweiten Modells von AmbiTune

Realfahrtstudien zeigten jedoch, dass eine feste Verwendung bestimmter Kontextregeln nur bedingt den Ansprüchen der Nutzer genügt. Es hat sich gezeigt, dass eine situationsbezogene Priorisierung der Kontextparameter ein sinnvollerer Ansatz ist und daher weiter verfolgt werden sollte. Wie bereits dargestellt, ist beispielsweise auf der Autobahn das Umfeld weniger relevant und sollte daher auch nicht primär zur Auswahl der Musik verwendet werden. Weiterhin zeigte sich, dass Genre und Geschwindigkeit als Musikmetadaten nicht ausreichen, um die Musik

⁸³ Eine Erläuterung der Musikgeschwindigkeitsklassen sowie der Genreklassen finden im Rahmen der Darstellung der Musikmetadaten des aktuellen Modells in Kapitel 6.2.3.4 statt.

auszuwählen. Parameter, die stärker die emotionale Wirkung der Musik transportieren sind hier gefordert. AmbiTune wurde dahingehend angepasst und erweitert.

In der aktuellen Version beinhaltet und verwendet AmbiTune zwölf unterschiedliche Kontextfaktoren, die primär auf Ort- und Zeitkontext basieren und durch die ermittelte Fahrtbelastung ergänzt werden. Die Kontextfaktoren werden dabei situationsbezogen priorisiert. Hinzu kommen die Metadaten der Musik, die benötigt werden um kontextorientiert Musik auszuwählen sowie das Nutzerprofil der Person (siehe Abbildung 71).

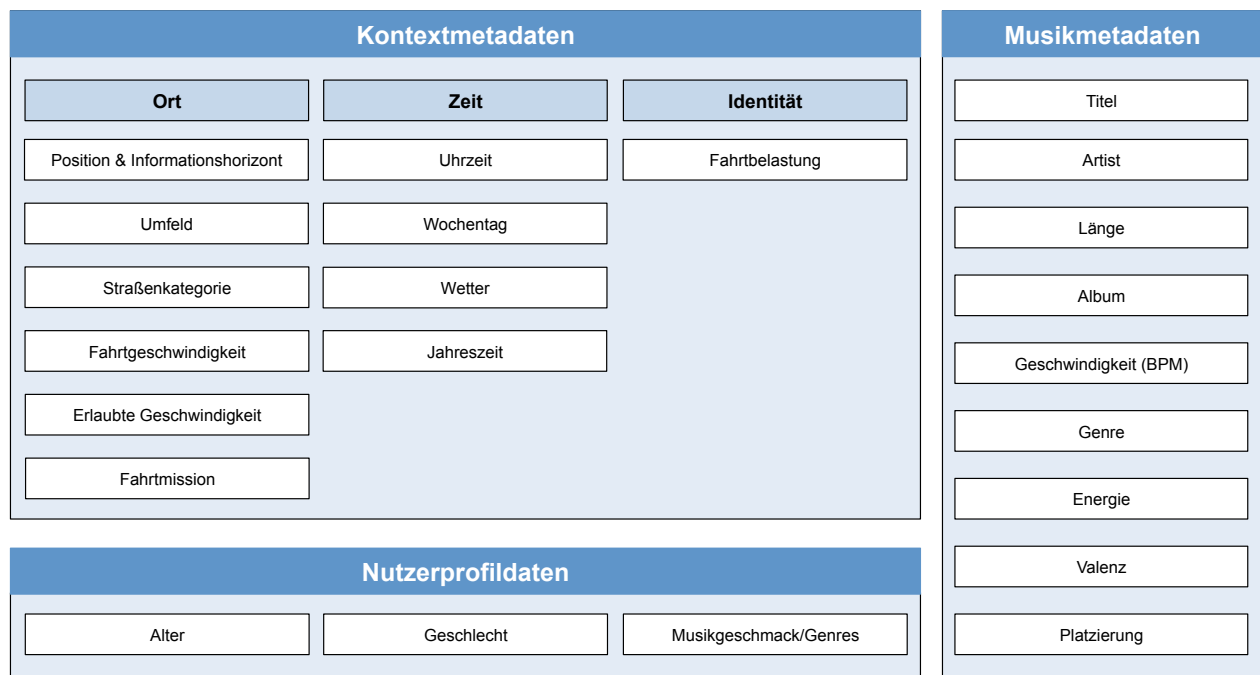


Abbildung 71: Verwendete Kontext- und Musikmetadaten

6.2.3.1 Verwendete Kontextfaktoren

Die ortsbezogenen Kontextdaten basieren auf dem aktuellen Ort des Fahrzeugs und lassen sich aufgrund der Position ableiten (siehe Kapitel 6.2.3.1.1).

Die zeitbezogenen Kontextdaten basieren primär auf der aktuellen Zeit (siehe Kapitel 6.2.3.1.2). Einige zeitbezogene Kontextdaten setzen jedoch auch den aktuellen Aufenthaltsort voraus.

Zudem gibt es die Kontextdaten der Fahrtbelastung, welche sich der Identität des Nutzers zuordnen lassen (siehe Kapitel 6.2.3.1.3).⁸⁴

⁸⁴ Abbildung 130 in Anhang A 11 zeigt die Beziehungen bzw. die Ableitung der verwendeten Kontextfaktoren auf.

6.2.3.1.1 Ortsbezogene Kontextdaten

Position & Informationshorizont:

Zu den primär ortbezogenen Daten zählt grundlegend die aktuelle Position des Fahrzeugs, welche per GPS ermittelt wird, und der Informationshorizont. Der Informationshorizont beschreibt über Positionsdaten den Weg bis zum Zielort der Fahrt. Er kann entweder von der eingegebenen Fahrtroute des Navigationsgeräts stammen oder, wie in dieser Anwendung, aufgrund historischer Fahrten mittels CARLA bestimmt werden. Aufgrund dieser ortsbezogenen Daten können weitere Kontextfaktoren abgeleitet werden.

Umfeld:

Das Umfeld beschreibt die Umgebung des Fahrzeugs und lässt sich prinzipiell sehr feingranular abbilden. Die Daten zum Umfeld können aufgrund von Positionsdaten von der OpenStreetMap (OSM)⁸⁵-Datenbank abgerufen werden. Hier werden Umfelddaten über den Schlüssel *landuse* angesprochen, welcher über 50 Ausprägungen annehmen kann. Studienergebnisse (siehe Kapitel 5.3) haben jedoch gezeigt, dass eine grobe Einteilung in urbanes und ländliches Umfeld für die Musikeinspielung genügt. Die Daten aus der OSM-Datenbank werden daher den zwei Gruppen *urban* und *ländlich* zugeordnet.

Straßenkategorie:

Die Straßenkategorie beschreibt die Art der Straße auf der sich das Fahrzeug befindet. Die Straßengegebenheiten können sich je nach Straßenkategorie deutlich unterscheiden und auch die Wahrnehmung des Fahrers beeinflussen. Die Daten zur Straßenkategorie können ebenfalls der OSM-Datenbank entnommen werden. Hier werden sie über den Schlüssel *highway* angesprochen und über zehn Ausprägungen annehmen. Für die Musikeinspielung ist vor allem die Unterscheidung zwischen der Autobahn und anderen Straßentypen relevant.

Fahrtgeschwindigkeit:

Die Fahrtgeschwindigkeit gibt an mit welcher Geschwindigkeit sich das Fahrzeug aktuell fortbewegt. Diese Daten können einerseits direkt vom Fahrzeug kommen oder andererseits per Smartphone über Accelerometer und GPS ermittelt werden. Bei dieser Applikation erfolgt die Bestimmung der Fahrtgeschwindigkeit mittels Smartphonesensorik.

⁸⁵ OSM ist ein kollaboratives Open-Source-Projekt zur Erstellung einer digitalen editierbaren Weltkarte, welches umfangreiche Kartendaten anbietet (siehe www.openstreetmap.de/).

Erlaubte Geschwindigkeit:

Die erlaubte Geschwindigkeit gibt an welches Maximaltempo auf dem Straßenabschnitt erlaubt ist. Diese Daten können ebenfalls von der OSM-Datenbank abgerufen werden und sind als Attribut *maxspeed* der Straßenkategorie hinterlegt.

Fahrtmission:

Die Fahrtmission gibt an welchen Fahrtzweck und welches Fahrtziel die aktuelle Fahrt hat (siehe 4.3.1.3). Es kann sich dabei um Freizeitfahrten (z.B. Fahrt zum Sport), Einkaufsfahrten oder Fahrten zur oder von der Arbeit handeln. Diese können über Wochentag, Tageszeit und dem Zielort der aktuellen Fahrt bestimmt werden. Der Informationshorizont spielt demnach eine entscheidende Rolle.

6.2.3.1.2 Zeitbezogene Kontextdaten*Uhrzeit & Wochentag:*

Uhrzeit und Wochentag können über die aktuelle Systemzeit des Smartphones ermittelt werden. Anhand der Uhrzeit können auch Tageszeitgruppen (z.B. morgens, nachts) wie bei Baltrunas et al. (2011a) gebildet werden. Bei dem Wochentag ist vorwiegend zwischen Tagen der Arbeitswoche (Montag – Freitag) und Wochenende (Samstag und Sonntag) zu unterscheiden.

Wetter:

Das aktuelle Wetter kann anhand der aktuellen Zeit und der aktuellen Position des Fahrzeugs abgerufen werden. Viele Wetterdienste bieten APIs, die den Abruf des aktuellen Wetters erlauben. In AmbiTune wird die API von Open Weather Map⁸⁶ verwendet. Bei dem Wetter sind vorallem die grundlegenden Wetterparameter (z.B. sonnig, regnerisch) relevant, die auch von Baltrunas et al. (2011a) identifiziert und verwendet wurden. Diese Daten werden anhand der aktuellen Position des Fahrzeugs über den Parameter *weather.main* über die API abgerufen.

Jahreszeit:

Die Jahreszeit lässt sich kalendarisch anhand des Tages bestimmen. Sie spielt nur eine untergeordnete Rolle bei der kontextorientierten Musikeinspielung und kann hauptsächlich dazu genutzt werden saisonale Musikpräferenzen wie Weihnachtsmusik abzubilden und einzubringen. Diese jahreszeitbezogene Berücksichtigung kann aktiviert werden.

⁸⁶ Open Weather Map ist ein freier Wetterdienst, der eine API zum Abruf der aktuellen Wetterdaten anhand von Positions- oder Ortsdaten erlaubt (siehe <http://openweathermap.org/api>).

6.2.3.1.3 Identitätsbezogene Kontextdaten

Fahrtbelastung:

Die Fahrtbelastung gibt an wie stark der Autofahrer durch die Fahrt selbst belastet ist. Sie lässt sich in Anlehnung an Totzke et al. (2008) vor allem aufgrund des Umfelds der Strecke und der Straßenkategorie bestimmen [Totzke et al. 2008, S. 161ff]. Im Prototypen wurde zusätzlich das Verhältnis der aktuellen Fahrtgeschwindigkeit zur erlaubten Geschwindigkeit interpretiert und integriert. Die Fahrtbelastung wird dreistufig in Form von gering, mittel und hoch angegeben.

6.2.3.2 Gewinnung der OSM-Daten

Ein wesentlicher Teil der verwendeten Kontextfaktoren wird über die aktuelle Position bzw. den Informationshorizont aus Kartendaten gewonnen. Der OpenSource-Kartendiensteanbieter OSM eignet sich besonders, da alle Daten frei zugänglich und zudem besonders in städtischem Umfeld wesentlich detaillierter und umfangreicher erfasst sind als beispielsweise die Daten von Google oder Apple Maps.

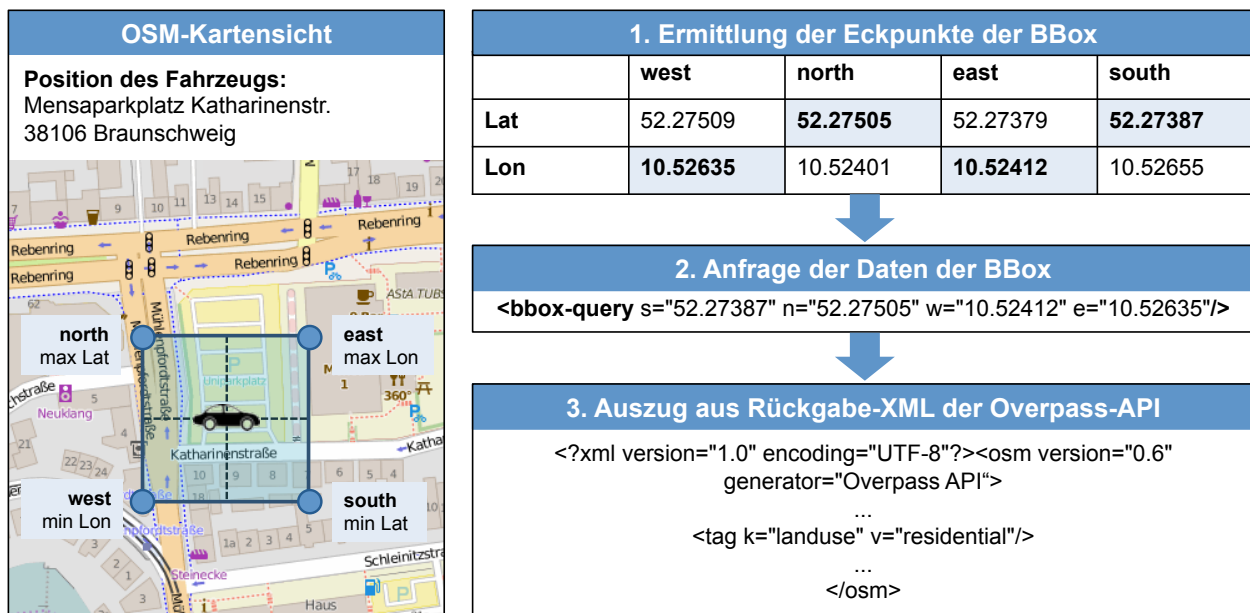


Abbildung 72: Abfrage von Daten aus der OSM-Datenbank

Die aktuelle Position des Fahrzeugs wird alle 10 Sekunden übermittelt und gespeichert. Für die aktuelle Fahrt sind die gegenwärtige Position und alle weiteren Positionsmeldungen des Informationshorizonts relevant. Für jede vorhandene Positionsmeldung kann nun eine Anfrage an die OSM-Datenbank durchgeführt werden (siehe Abbildung 72).

Die Anfragen können über die Overpass-API⁸⁷ gestellt werden. Sie erfolgen räumlich über ein definiertes Rechteck in Form von vier Geokoordinaten. Dieses Rechteck wird als Bounding Box (BBox) bezeichnet und kann beliebig groß sein (siehe Abbildung 72, Schritt 1 und 2). Bei dem aktuellen Projekt zeigt sich ein Quadrat mit einer Seitenlänge von 100 Metern als geeignet um die Anfrage von der Antwortzeit nicht zu groß werden zu lassen und dennoch die nötigen Parameter zu erhalten.

Die Overpass-API liefert anschließend sämtliche Daten aus der OSM-Datenbank für die gewählte BBox in einem XML-Format zurück. Ein Ausschnitt dieser Rückgabe zeigt auf, dass ein Teilbereich des Umfelds (k = "landuse") ein Wohngebiet (v = "residential") ist (siehe Abbildung 72, Schritt 3). Aus diesen gesamten Kartendaten können nun die relevanten Daten ermittelt werden.

Während Straßenparameter wie Straßenkategorie oder erlaubte Geschwindigkeit für jedes Straßensegment direkt abgerufen werden können, sind für die Bestimmung des Umfelds weitere Schritte erforderlich (siehe Abbildung 73).

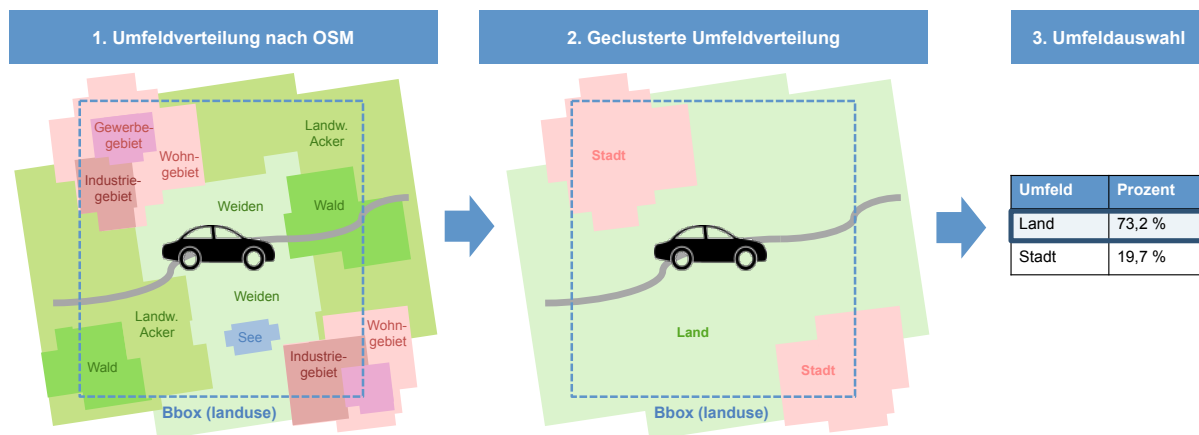


Abbildung 73: Bestimmung des Umfelds aus den OSM-Daten

Da das Umfeld in OSM über Polygone sehr feingranular abgebildet wird und innerhalb der BBox viele unterschiedliche Umfeldparameter (z.B. Wald, Weiden oder Ackerflächen) vorhanden sein können, müssen diese zuerst zu Oberklassen geclustert werden. Hierfür werden bei der Anwendung lediglich die beiden Oberklassen *Stadt* und *Land* verwendet. Anschließend kann der prozentuale Anteil der Flächen an der BBox ermittelt werden. Die flächenmäßig größte

⁸⁷ Die Overpass-API ist eine rein lesende API, die sämtliche Daten der OSM-Datenbank für einen speziellen räumlichen Bereich zurückliefert (siehe <http://overpass-api.de/>).

Klasse wird als relevantes Umfeld zurückgeliefert. Im Beispiel von Abbildung 73 wird anhand der Verteilung *Land* als Umfeld bestimmt.

6.2.3.3 Nutzerprofil

Im Nutzerprofil der Anwendung werden soziodemografische Daten zum Geschlecht und Alter hinterlegt und zudem durch den eigenen Musikgeschmack ergänzt. Der Musikgeschmack kann durch die Angabe von Genres spezifiziert werden (siehe Kapitel 6.2.3.4). Zudem ist es möglich bestimmten Fahrtrmissionen explizit ein bevorzugtes Genre zuzuordnen.

6.2.3.4 Verwendete Musikmetadaten

Für die Kategorisierung der eigenen Musik sowie die Auswahl werden Metadaten der Musik verwendet und mit Daten vom MIP *The Echo Nest* sowie vom Musikstreamingdienst *Deezer* angereichert. Einige Metadaten können anhand eines sogenannten ID3-Tags⁸⁸ aus den Audiodateien ausgelesen werden. Anhand der Angaben von Titel und Artist können anschließend über die APIs von *The Echo Nest*⁸⁹ und *Deezer*⁹⁰ weitere Musikmetadaten wie das Genre, die Geschwindigkeit des Songs, das Albumcover oder eine interne Platzierung abgerufen werden. The Echo Nest bezeichnet die eigene Dienstleitung als die Bereitstellung eines digitalen Fingerabdrucks von Musiktiteln und bietet vielfältige Parameter zur Klassifizierung von Musiktiteln [Ellis et al. 2010, S. 1]. Die Datenbank umfasst aktuell über drei Millionen Künstler mit über 36 Millionen Musiktiteln und mehr als einer Billion Datensätzen [The Echo Nest 2015].

Als Musikmetadaten werden der aktuelle *Songtitel* und *Artist* sowie das *Albumcover* hauptsächlich zur Angabe bei der Einspielung verwendet. Die *Länge* des Songs kann bei der Zusammenstellung der Playlist relevant sein.

Primär wird die durchschnittliche Geschwindigkeit des Musiktitels in *BPM*, das *Genre*, die *Energie* und die *Valenz* für die Musikauswahl verwendet. Die Einteilung der Geschwindigkeit der Titel ist an North et al. (1998) angelehnt und erfolgt in die drei Klassen *langsam*, *mittel* und *schnell*⁹¹. Dabei werden Titel mit einer durchschnittlichen BPM kleiner 80 als langsam, Titel

⁸⁸ Der ID3-Tag bezeichnet ein Format für Zusatzinformationen von Musikdateien. Diese Metadaten können bei MP3-Audiodateien mit hinterlegt werden.

⁸⁹ Für Informationen zur The-Echo-Nest-API siehe <http://developer.echonest.com/docs/v4> für spezielle Metadaten zu einem einzelnen Song siehe <http://developer.echonest.com/docs/v4/song.html#search>.

⁹⁰ Für Informationen zur Deezer-API siehe <https://developers.deezer.com/api> für spezielle Metadaten zu einem einzelnen Song siehe <https://developers.deezer.com/api/track>.

⁹¹ Die Abbildung der Geschwindigkeitsklassen erfolgt als Integer mit folgender Belegung: langsam (0), mittel (1), schnell (2).

zwischen 80 und 120 als mittel und Titel mit mehr als 120 BPM als schnell klassifiziert. [North et al. 1998, S. 81] Beispiel für einen langsamen Song wäre *James Blunt – Same mistake* mit 76 BPM, ein Song mit mittlerer Geschwindigkeit ist *Madonna – Like a prayer* mit 111 BPM und *Linkin Park – Don't stay* ist mit 180 BPM ein Beispiel für einen schnellen Song.

Tabelle 21: Einteilung der Geschwindigkeitsklassen nach BPM

Geschwindigkeit	BPM	Beispiel		
		Artist	Titel	BPM
langsam (0)	< 80	James Blunt	Same Mistake	76
mittel (1)	80 - 120	Madonna	Like a prayer	111
schnell (2)	> 120	Linkin Park	Don't stay	180

Für die Genreangabe werden die 14 Genres *Alternative, Blues, Dance, Deutsche Musik, Electro, Europa, Hip/Hop, Jazz, Klassik, Pop, R&B/Soul/Funk, Reggae, Rock* und *World* verwendet, die Deezer bei seiner Klassifikation anwendet. Theoretisch bietet Deezer die Möglichkeit Genres noch weiter in Subgenres zu klassifizieren. So kann das Genre *Pop* unter anderem in die Subgenres *Indie Pop/Folk* oder *International Pop* unterteilt werden. Diese feingranulare Unterteilung des Genres wird in der Anwendung bisher nicht berücksichtigt.

Die *Energie* ist genauso wie die *Valenz* ein Wert aus der The-Echo-Nest-Datenbank. Beide werden als Gleitkommazahlen zwischen 0.0 und 1.0 angegeben. In der aktuellen Version werden die drei Klassen gering (0.0 – 0.333), mittel (0.334 – 0.666) und hoch (0.667 – 1.0) für Energie und Valenz verwendet.

Die *Energie* stellt ein Maß für Wahrnehmungsintensität und Aktivität eines Musiktitels dar. Typische energetische Tracks hören sich schnell, laut und geräuschvoll an. Daher besteht ein positiver Zusammenhang zwischen Musiktempo in BPM und dem Energiewert. Zum Beispiel haben Death-Metal-Titel generell einen hohen Energiewert, während Musikstücke von Bach häufig einen niedrigen Wert haben. Wahrnehmungsfunktionen, die zu diesem Attribut gehören sind unter anderem der Dynamikbereich, die wahrgenommene Lautstärke und das Timbre.

Die *Valenz* beschreibt die musikalische positive Wirkung des Musiktitels. Titel mit hoher Wertigkeit klingen positiv (z.B. glücklich, fröhlich, euphorisch), während Titel mit geringer Wertigkeit negativ klingen (z.B. traurig, deprimiert, wütend).

Die folgende Tabelle 22 gibt beispielhaft Musiktitel an, die eine niedrige Valenz und Energie haben und daher langsam und negativ wahrgenommen werden sowie Titel, die hohe Valenz- und Energiewerte haben und daher schnell und positiv wirken.

Tabelle 22: Beispiele der Einteilung nach Valenz und Energie

Wirkung	Beispiel			
	Artist	Titel	Valenz	Energie
negativ, langsam	Evanescence	My Immortal	0.055778 (-)	0.115515 (-)
	Ed Sheeran	Photograph	0.199456 (-)	0.223101 (-)
positiv, schnell	Pharrell Williams	Happy	0.966271 (+)	0.702971 (+)
	Daft Punk	Get Lucky	0.883148 (+)	0.730272 (+)

Valenz und Energie zusammen sind ein starker Indikator für akustische Stimmung und den allgemeinen emotionalen Qualitäten, die der Musiktitel akustisch hat. Häufig besteht ein positiver Zusammenhang bei Musiktiteln zwischen Valenz und Energie, so dass ein Musiktitel mit hohem Valenzwert auch einen höheren Energiewert hat und umgekehrt.⁹²


Diese Musikausprägungen lassen sich dem menschlichen Emotionsmodell der Valenz und Aktivierung nach Russell zuordnen, wobei die Energie der menschlichen Aktivierung entspricht⁹³. Dies sagt jedoch grundlegend nichts über die Texte des Musiktitels aus. Liedtexte können semantisch von der wahrgenommenen akustischen Stimmung abweichen. Häufig haben Musiktitel mit einer speziellen akustischen Wirkung auch einen Text, der entsprechend ausgeprägt ist.

Abbildung 74 zeigt beispielhaft die ausgewählten Musikmetadaten für den Song *Like a prayer* von *Madonna* auf. Die Musikmetadaten wurden dabei *The Echo Nest* und *Deezer* entnommen und als JSON-Objekt⁹⁴ zurückgeliefert. Sowohl bei *The Echo Nest* als auch bei *Deezer* werden die Musiktitel mit einer eindeutigen ID versehen. Da *Deezer* ebenfalls mit der *The-Echo-Nest*-API arbeitet, können Anfragen an diese API auch mit einer *Deezer*-ID gestellt werden bzw. eine *Deezer*-ID zurückliefern. Bei Anfragen an die *The-Echo-Nest*-API ist ein Entwicklerschlüssel notwendig und bei Anfragen an die *Deezer*-API wird ein *Deezer*-Account benötigt.

⁹² In Anhang A 18, Abbildung 131 werden beispielhaft einige Musiktitel grafisch in das Valenz-Energie-Diagramm eingeordnet.

⁹³ Siehe Anhang A 18, Abbildung 132.

⁹⁴ Bei der JavaScript Object Notation (JSON) handelt es sich um ein Javascript-basiertes kompaktes Datenformat zum Zweck des Datenaustauschs zwischen Anwendungen.

Albumcover	Allgemeine Musikmetadaten			Datenbank-spezifische Musikmetadaten		
	Parameter	Wert	Typ	Parameter	Wert	Typ
	Titel ^{1,2}	Like a prayer	string	Energie ¹	0.61757	float
	Artist ^{1,2}	Madonna	string	Valenz ¹	0.326525	float
	Länge (sec) ^{1,2}	341	int	Deezer-ID ²	664507	int
	Album ^{1,2}	Like a prayer	string	Link ²	www.deezer.com/track/664507	url
	Tempo (BPM) ^{1,2}	111	float	Albumcover ²	https://api.deezer.com/album/80554/image	url
	Tempoklasse	1 (mittel)	int	Platzierung ²	903837	int
	Genre ^{1,2}	Dance	string			

¹ Quelle der Daten: The Echo Nest

² Quelle der Daten: Deezer

Abbildung 74: Beispiel für Musikmetadaten eines Songs

Anhand der relevanten Musikmetadaten können Anfragen zur eigenen Playlist über Genre, Musikgeschwindigkeit, Energie und Valenz an die Musikdatenbanken gestellt werden.⁹⁵ Dabei lassen sich Anfragen zur Geschwindigkeit, Energie und Valenz über die gebildeten Klassen oder bestimmte Schwellenwerte (min, max) realisieren.

6.2.3.5 Architektur der Anwendung

AmbiTune basiert auf einer Client-Server-Architektur. Die Aufgabe des AmbiTune-Servers besteht im Wesentlichen in der Kontext- und Interaktionsverarbeitung sowie der Playlistgenerierung und -bereitstellung. Hierfür werden die Nutzereingaben, die Kontextdaten sowie die Musikmetadaten verwendet (siehe Abbildung 75).

Durch die Interaktion des Benutzers mit der Applikation ändern sich Einstellungszustände. Diese neuen Zustände können beispielsweise durch das Überspringen eines Songs (Skip) oder das Ändern eigener Präferenzen (z.B. präferierte Genres) entstehen. Sie müssen abgefangen und analysiert werden, da möglicherweise eine Reaktion erforderlich wird. Dies geschieht durch den *Nutzer-Interaktions-Manager*.

Der Kontext kann sich durch Beschleunigung des Fahrttempos oder durch den Wechsel der Straße verändern. Auf beide Änderungen muss möglicherweise reagiert werden. Das Abfangen dieser Änderungen geschieht mithilfe des *Überwachungsmanagers*.

Der Nutzer-Interaktions-Manager und der Überwachungsmanager leiten die Daten an den *Kontext-Manager* weiter. Der Kontext-Manager ist die zentrale Komponente der Engine. Alle anderen Komponenten stehen mit ihm in Interaktion. Demnach werden alle anderen

⁹⁵ Für beispielhafte Anfragen an die The-Echo-Nest- und Deezer-API siehe Anhang A 19.

Komponenten von ihm verwaltet, senden Informationen zu ihm, die er verarbeitet, oder stellen Informationen bereit auf die er zugreifen kann, um sie zu verarbeiten.

Die Kontextparameter sind je nach Fahrsituation und ermitteltem Kontext mehr oder weniger relevant und werden daher priorisiert. Der Kontext-Manager verwaltet hierfür die *Kontext-Prioritätenliste*. Sie stellt eine Instanz der Kontextparameter dar, die zu jedem Zeitpunkt nach Priorität sortiert werden.

Die Musikparameter werden anhand von Regeln ausgewählt. Dies geschieht mit Hilfe einer *Regelbasis*. Es existieren Regeln bezüglich Musikgenre, der Geschwindigkeit der Musik (BPM) sowie Valenz- und Energiewerten. Alle Regeln sind abhängig von der Sortierung der Kontext-Prioritätenliste.

Der Kontext-Manager ermittelt anhand der Regelbasis unter Einbezug der Kontext-Prioritätenliste die aktuell relevanten Musikparameter und leitet sie an den *Playlist-Manager* weiter. Der Playlist-Manager wählt anhand der relevanten Musikparameter unter Einbezug der *Musikmetadaten* aus der Musikdatenbank die einzelnen Songs aus. Die aktuell passenden Songs werden dementsprechend einer *internen Playlist* hinzugefügt oder nicht mehr passende entfernt. Da die Aktualisierung der Playlist im ersten Schritt auf eine serverinterne Playlist angewendet wird, ist das aktuell auf dem Client gespielte Lied nicht von den Regeln betroffen, das heißt es wird zu Ende abgespielt. Die neu generierte Playlist wird an den Client zurückgeliefert und angewendet sobald das aktuelle Lied beendet ist. Kontextänderungen, die während eines Liedes passieren und am Ende des Liedes bereits wieder überholt sind haben dementsprechend keine Auswirkung auf die Musikwiedergabe des Clients.

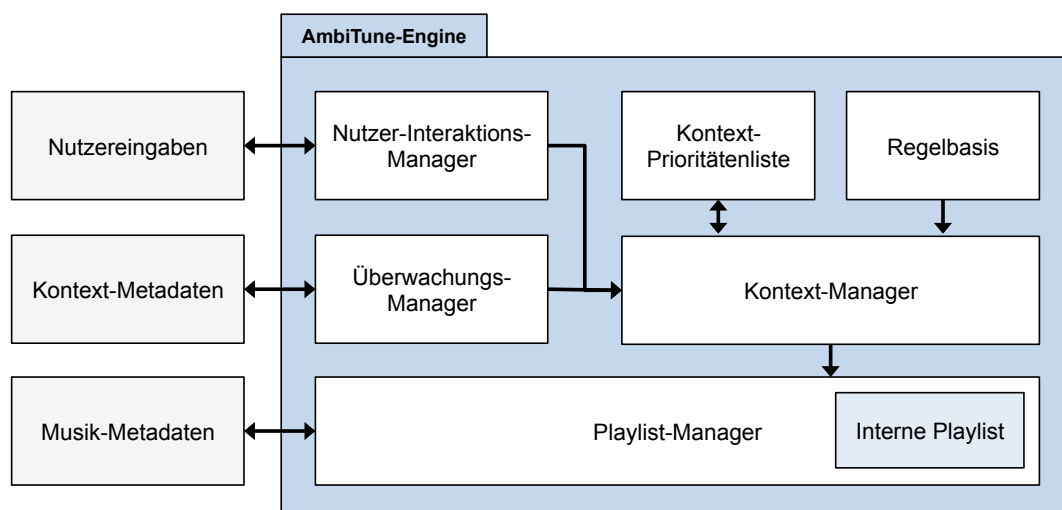


Abbildung 75: Architektur von AmbiTune

6.2.3.6 Anwendungsbeispiel

Anhand von zwei unterschiedlichen Fahrsituationen einer fiktiven Personen soll aufgezeigt werden, wie die ermittelten Kontextparameter genutzt werden um die Musikeinspielung anzupassen. Die Person wird durch Persona D aus den Contextual Inquiries in Anhang A 16 dargestellt.

Fahrtszenario 1

Tom Meier (22 Jahre, Student) fährt nach der letzten Vorlesung von der Universität nach Hause. Er fährt durch die Innenstadt um zu seinem Elternhaus in einem Vorort zu kommen. Es ist Montag, 16:53 Uhr und die Sonne scheint. Tom fährt mit etwa 35 km/h, da viel Verkehr auf Straße ist.

Anhand der zurückgelegten Strecke und der aktuellen Position des Fahrzeugs wird unter Einbezug von Wochentag, Uhrzeit und Fahrthäufigkeit der Informationshorizont ermittelt. Das System weiß daher, dass Tom Meier nach Hause fährt und noch circa 22 Minuten unterwegs ist. Anhand der Fahrtparameter, des Umfelds und der Straße wird darauf geschlossen, dass die Fahrtbelastung für Tom Meier aktuell hoch ist.

Er hat als Musikpräferenzen Rock, Pop und Dance. Für die Heimfahrt von der Universität hat er in seinem Nutzerprofil Rockmusik als Präferenz hinterlegt. Das System wählt die Musik daher aus den Liedern des Genres Rock aus. Da in der aktuellen Fahrsituation die angenommene hohe Fahrtbelastung und die Fahrt innerorts die höchste Priorität haben, wird ein Musiktitel im Bereich Rock mit niedriger Valenz und Energie ausgewählt welcher maximal ein mittleres Tempo hat. In diesem Fall wird ihm der Song *Weekends* von *The Perishers* eingespielt (siehe Abbildung 76).

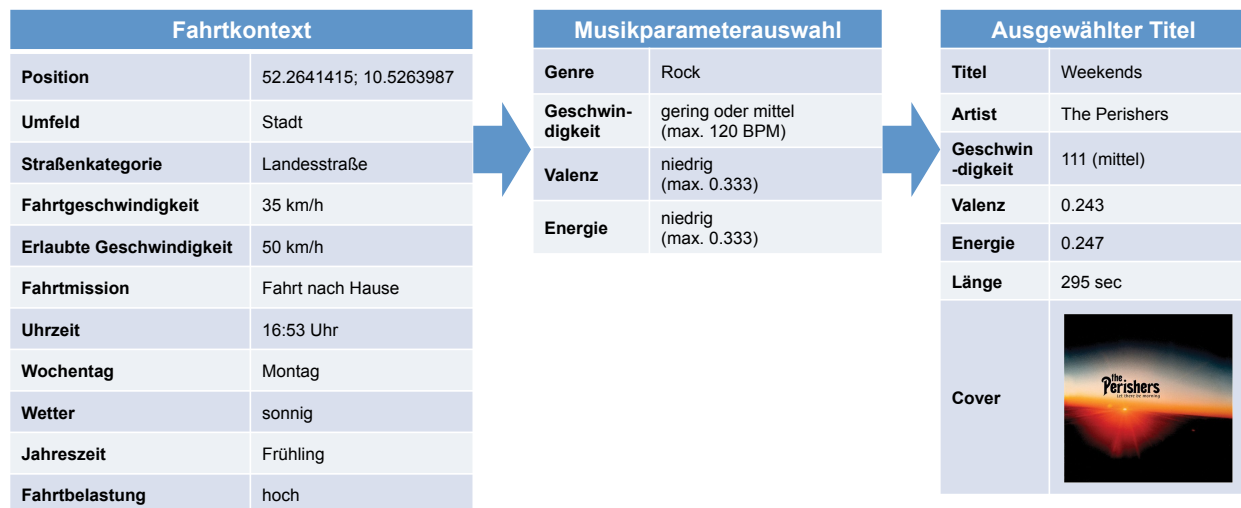


Abbildung 76: Musikauswahl Fahrtszenario 1

Fahrtszenario 2

Etwa 12 Minuten später verlässt Tom mit seinem Fahrzeug die Innenstadt und fährt mit 84 km/h bei freier Fahrt auf einer Bundesstraße durch ländliches Gebiet bis er daheim ankommt.

Das System weiß, dass Tom sich aktuell auf einer Bundesstraße befindet und er ländliches Gebiet durchfährt. Die aktuelle Geschwindigkeitsbegrenzung liegt bei 80 km/h und er ist mit 84 km/h unterwegs. Anhand der Fahrtparameter, des ländlichen Umfelds und der Straßenkategorie wird darauf geschlossen, dass Tom gerade eine geringe Fahrtbelastung hat. Die anderen Fahrtparameter bleiben gegenüber Fahrtszenario 1 unverändert.

In diesem Fall wird aufgrund der geringen Fahrtbelastung und der höheren Geschwindigkeit, die in einem Toleranzbereich der Maximalgeschwindigkeit entspricht, ein Musiktitel aus dem Bereich Rock mit mittlerer bis hoher Geschwindigkeit gewählt, der eine hohe Valenz und mindestens eine mittlere Energie hat. Das System wählt nun den Song *Anyway* von *The Perishers* aus (siehe Abbildung 77). Wie bereits zuvor erwähnt, findet ein Songwechsel nur nach Abschluss eines Musiktitels statt und ein Titel wird niemals abgebrochen.

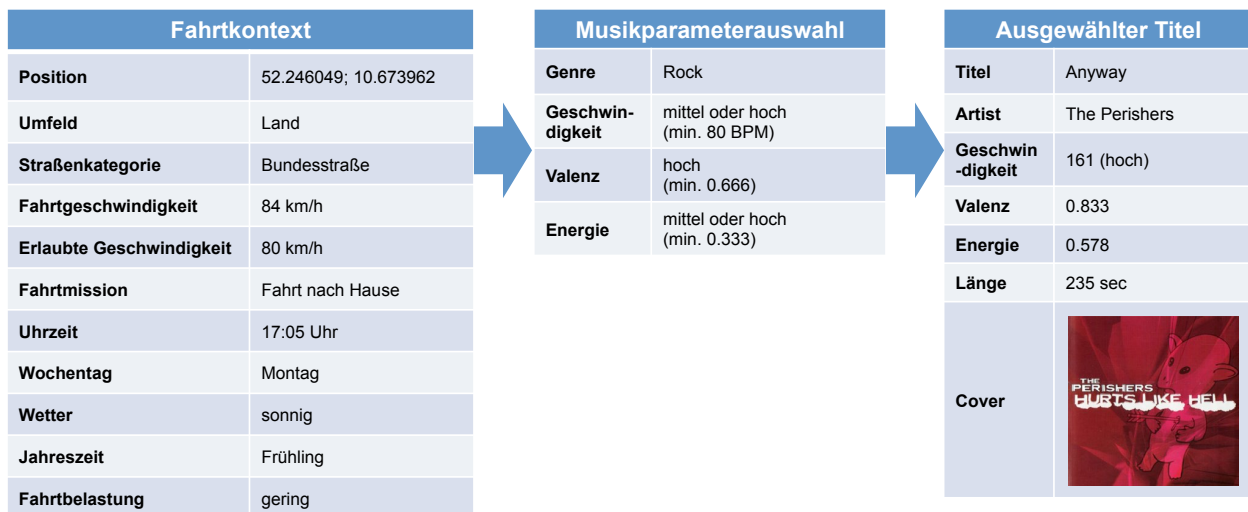


Abbildung 77: Musikauswahl Fahrtszenario 2

6.2.4 Prototyp

AmbiTune läuft als Prototyp einerseits als mobile Applikation auf einem Android-basierten Smartphone für den Einsatz im Fahrzeug und nutzt den integrierten GPS-Sensor zur Bestimmung des Ortes. Andererseits existiert ein Simulator als Webanwendung, der vor allem zum Testen und zur Veranschaulichung des Empfehlungssystems genutzt werden kann.

Die Applikation bietet in der aktuellen Version eine einfache Oberfläche, die dem Nutzer kaum Interaktion ermöglichen soll (siehe Abbildung 78). Ein einfacher Wechselschalter bietet die Möglichkeit zwischen der musikbezogenen Sicht und der umfeldbezogenen Kartensicht zu wechseln.

In der musikbezogenen Sicht wird die aktuelle Playlist und das Genre angezeigt. Unterhalb dieser Angaben werden einige fahrtbezogene Daten angegeben. Hierbei handelt es sich um die aktuelle Geschwindigkeit des Fahrzeugs, das aktuelle Geschwindigkeitslimit der Strecke sowie die interpretierte Fahrtbelastung des Fahrers. Neben diesen Kontextdaten werden die Daten des aktuell gespielten Musiktitels angegeben. Unterhalb des Songcovers erfolgt die aktuelle Spieldauer des Songs sowie die Angabe des Interpreten und Titels. In der unteren Leiste der Applikation befinden sich lediglich zwei Buttons mit der Play- und Pausefunktion sowie der Möglichkeit zum nächsten Song der aktuell generierten Playlist für die Fahrsituation zu springen.

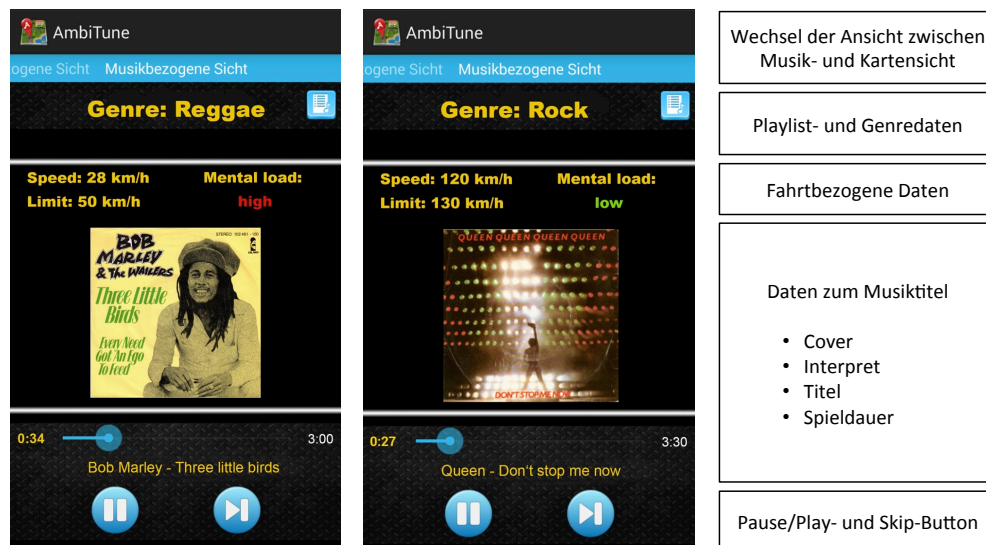


Abbildung 78: Aufbau der AmbiTune-Applikation

Die Kartensicht zeigt den aktuellen Standort des Fahrzeugs auf dem Kartendienst Google Maps an. Als zusätzliche Informationen werden die aktuelle Adresse des Standorts, das aktuelle ermittelte Umfeld sowie die Straßenkategorie angegeben.

Nachdem in Kapitel 6.2.3.5 bereits auf die Serverarchitektur eingegangen wurde, soll nun die Kommunikation zwischen Client und Server dargestellt werden (siehe Abbildung 79).

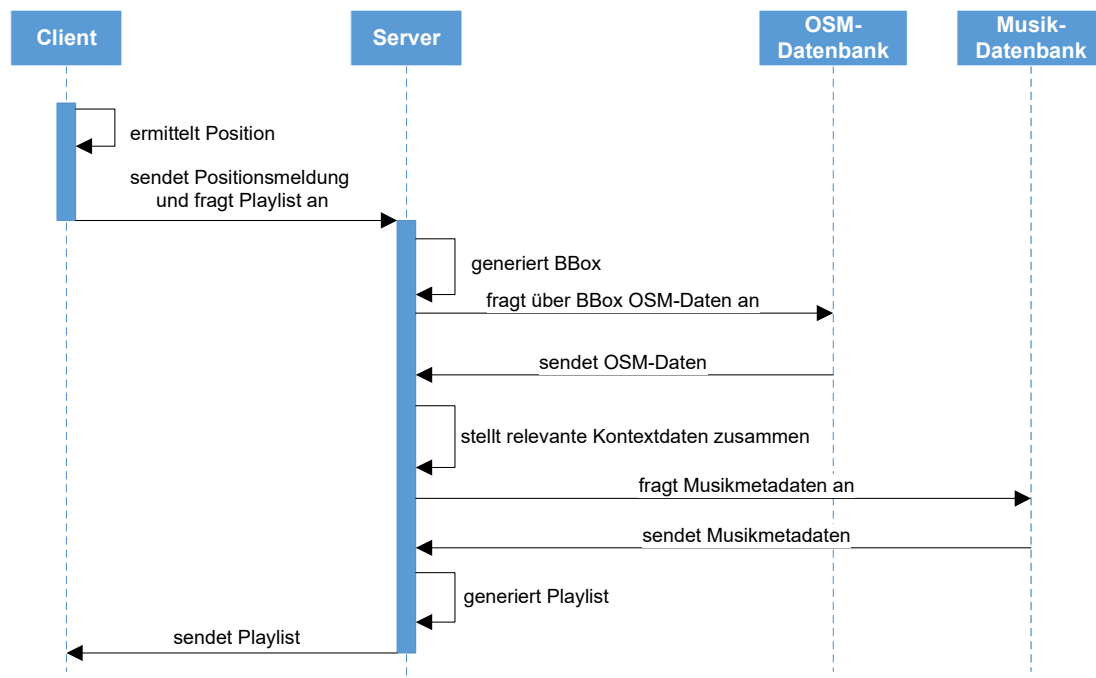


Abbildung 79: Sequenzdiagramm zur Client-Server-Kommunikation von AmbiTune

Der Client übermittelt die aktuellen GPS-Positionsdaten alle 10 Sekunden an den Server und fragt die aktuelle Playlist an. Der Server generiert den Informationshorizont⁹⁶ und anschließend die BBox. Anhand der BBox sendet der Server eine Anfrage an die OSM-Datenbank. Die OSM-Datenbank liefert sämtliche Kartendaten an den Server zurück. Der Server stellt anschließend die relevanten Kontextdaten zusammen und ermittelt die relevanten Musikmetadaten. Anhand der relevanten Musikmetadaten wird eine Anfrage an die Musikdatenbank gesendet. Die Musikdatenbank sendet die Musikmetadaten der relevanten Musiktitel zurück. Anhand dieser generiert der Server die interne serverseitige Playlist. Die Playlist wird schließlich an den Client zurückgeliefert.

Die serverseitige Programmierung sowie die Umsetzung der Webanwendung erfolgte mit den Programmiersprachen HTML, JavaScript (mit den Bibliotheken jQuery und jQuery UI) und CSS. Die Webanwendung basiert auf dem Simulator von CARLA (siehe Abbildung 80). Über die Webanwendung kann die kontextorientierte Musikeinspielung für die aufgezeichneten Fahrten aus der CARLA-Applikation simuliert werden.

Nach dem Login erscheint die gewohnte CARLA-Oberfläche. Simuliert man eine Fahrt, so erhält man eine neue obere Liste, welche neue Funktionen zu AmbiTune enthält (siehe Abbildung 80,

⁹⁶ Wie bereits in Kapitel 6.1.3 beschrieben und daher auch nicht im Sequenzdiagramm in Abbildung 79 aufgezeigt.

Nummer 1). Die Leiste bietet einerseits die Möglichkeit der Einblendung des Musikplayers (Nummer 2) und der erweiterten Kontextdaten (Nummer 3) über den Button *Jplayer*.

Weiterhin bietet die obere Leiste grundlegende Einstellungen, wie die Aktivierung der Musikwiedergabe, die Aktivierung der AmbiTune-Engine und grundlegende Skip-Funktionen um zum vorherigen oder nächsten Titel zu springen. Rechts von diesen Interaktionsmöglichkeiten wird der aktuelle sowie der nächste Titel der Playlist angegeben.

Aktiviert man die erweiterte Ansicht, so erscheint auf der linken Seite ein Musikplayer mit den Standardfunktionen und der zusammengestellten Playlist für den aktuellen Fahrkontext der Simulation.

Auf der rechten Seite werden die aktuellen Kontextparameter der Fahrt ausgegeben. Zudem besteht die Möglichkeit das System zu manipulieren und die Kontextparameter manuell anzugeben. Hierdurch lässt sich auf einfache Weise die Integration neuer Kontextparameter simulieren und testen.

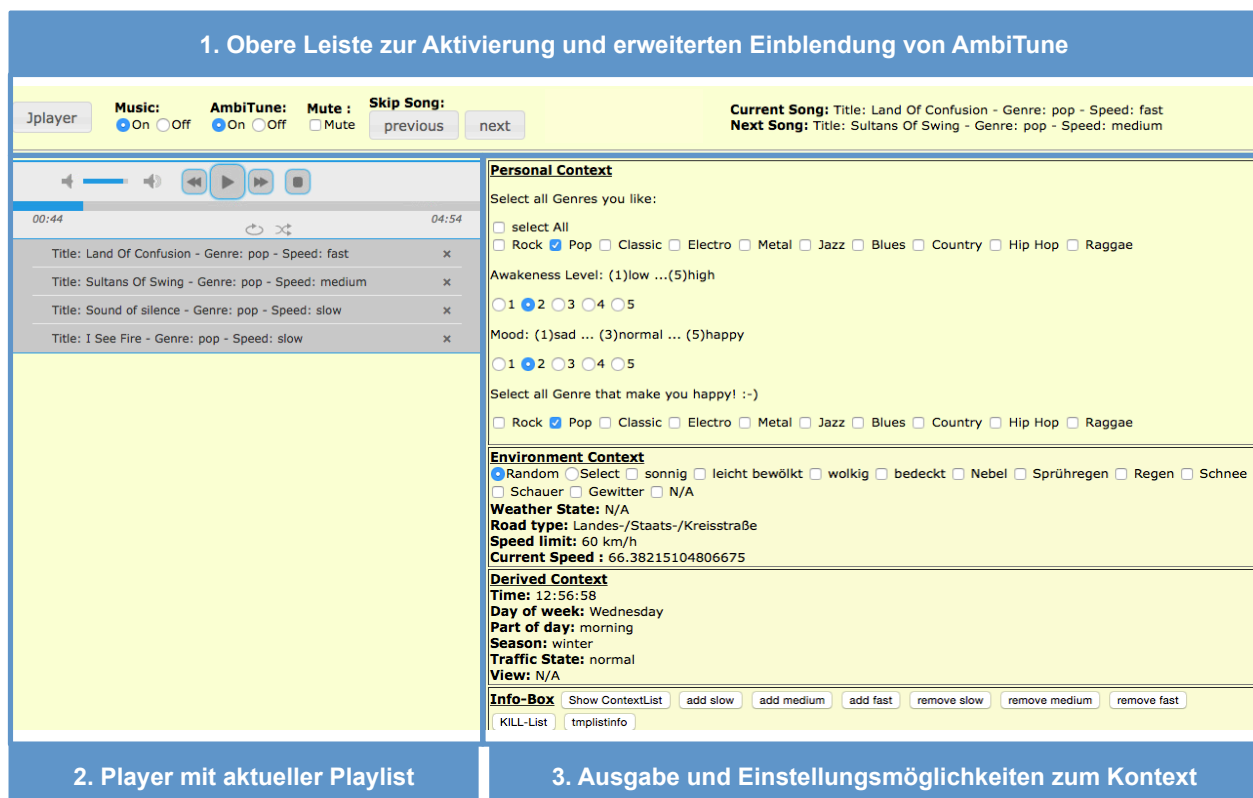


Abbildung 80: Weboberfläche des AmbiTune-Simulators

6.2.5 Evaluation

Mit dem Prototypen der Applikation AmbiTune wurden erste Testfahrten durchgeführt. Es handelte es sich dabei um einen kleinen Probandenpool von drei männlichen Personen (Proband A, 22 Jahre; B, 24 Jahre und C, 27 Jahre). Die Probanden sollten die Applikation für die Musikeinspielung im Fahrzeug über einen Monat bei sämtlichen Autofahrten nutzen und die Applikation anschließend gegenüber ihrem vorherigen Hörverhalten bewerten.

Vor Beginn der Studie wurde das bisherige Hörverhalten der Probanden im Fahrzeug erfasst. Dabei zeigte sich, dass alle regelmäßig Musik bei der Autofahrt hören, wobei die Quelle sich jedoch unterscheidet. Während Proband C das Autoradio bevorzugt, hört Proband B vorrangig Musik aus seiner eigenen Musikbibliothek und Proband B verwendet beide Musikquellen gleichwertig. Weiterhin zeigten sich Unterschiede bei der Art der Musik und der Musikauswahl (siehe Tabelle 23 und Anhang A 11). Die drei Probanden zeigen ein differenziertes Musikhörverhalten und sind daher gut für eine erste Fahrstudien mit dem Prototypen und der damit verbundenen neuen Musikeinspielung geeignet.

Tabelle 23: Musikhörverhalten der Probanden der AmbiTune-Studie

	Proband A	Proband B	Proband C
Wie häufig hören Sie Musik bei der Autofahrt? ¹	immer	sehr häufig	immer
Ich höre immer Radio im Auto. ²	teils/teils	trifft eher nicht zu	trifft eher zu
Ich höre immer eigene Musik im Auto (CD, MP3, Smartphone). ²	teils/teils	trifft eher zu	teils/teils
Ich höre gerne die Songs, die gerade beliebt sind (Charts). ²	teils/teils	trifft eher nicht zu	trifft eher zu
Ich höre viele unterschiedliche Genres. ²	trifft eher nicht zu	trifft eher zu	trifft eher nicht zu
Ich höre gerne neue Musik/ Ich lasse mich gerne überraschen. ²	trifft eher nicht zu	teils/teils	trifft eher zu

¹ Bewertung durch eine 5-stufige Häufigkeitsskala

² Bewertung durch eine 5-stufige Likertskala

Bevor eine Erstnutzung des Systems möglich ist, muss die gesamte Musikbibliothek der Probanden gescannt werden, um die relevanten Musikmetadaten zu erhalten. Dieser Schritt stellt einen gewissen Aufwand dar, was neben der Komplexität der Durchführung einer Realfahrtstudie einen weiteren Grund für die Auswahl eines kleinen Probandenpools darstellt.

Eine Anforderung an die Probanden war der Besitz eines Android-Smartphones mit mindestens Androidversion 4.3⁹⁷ und der Besitz einer ausreichend großen Musikbibliothek⁹⁸.

Für die Fahrten wurde das Smartphone über den Line-in-Eingang des Autoradios mit diesem verbunden, so dass die Musikausgabe über das Audiosystem des Fahrzeugs erfolgte. Zudem wurden die Probanden dazu angehalten das Smartphone während der Fahrt mit Strom zu versorgen.

Da die Bestimmung des Informationshorizonts nur möglich ist, wenn das Fahrverhalten des Nutzers ausreichend erfasst ist⁹⁹, konnten die Nutzer bei den ersten Fahrten den Informationshorizont nicht direkt als Input nutzen, deshalb bestand die Möglichkeit den Zielort auf diesen Fahrten anzugeben, bis das Fahrverhalten ausreichend erfasst war. Hierdurch ist ein kompletter Test der Anwendung, wenn auch nicht unter realen Bedingungen, möglich.

Die drei Probanden haben während des Testzeitraumes zwischen 33 und 81 Fahrten absolviert und dabei insgesamt zwischen 265 und 1415 Kilometer zurückgelegt. Während dieser Fahrten wurden zwischen 135 und 394 Musiktitel durch das System eingespielt (siehe Tabelle 24).

Tabelle 24: Fahrverhalten der Probanden der AmbiTune-Studie

Proband	Anzahl Fahrten	Zurückgelegte Gesamtstrecke (km)	Durchschnittliche Fahrtlänge (km)	Eingespielte Musiktitel
A	67	567,8	8,4	268
B	81	1415,1	17,5	394
C	33	265,4	8,0	135

Die Ergebnisse der Bewertung des Systems durch die Probanden zeigen eine positive Wahrnehmung der kontextorientierten Musikeinspielung gegenüber ihrer vorherigen Musikeinspielung (siehe Tabelle 25). Die Musikempfehlung durch das System wurde auf einer 5er-Zufriedenheitsskala von Proband A und C mit gut (4) und von Proband B mit sehr gut (5) bewertet. Zudem bevorzugten sie das System gegenüber ihrer bisherigen Musikeinspielung. Lediglich bei der weiteren Nutzung des Systems ergab sich eine leichte Abweichung. Während

⁹⁷ Diese Androidversion entspricht API-Level 18, welches für einige Funktionen der Applikation notwendig ist.

⁹⁸ Die Musikbibliothek sollte mindestens 500 Titel umfassen.

⁹⁹ Hierbei kann von einem sogenannten Kaltstartproblem der Anwendung gesprochen werden. Auf dieses Problem wird in Kapitel 7.1 näher eingegangen.

Proband B und C das System auch eher weiterhin nutzen würden, ist Proband A unschlüssig und würde auch weiterhin teilweise seine bisherige Musikeinspielung verwenden.

Tabelle 25: Ergebnisse der Bewertung des Systems

	Proband A	Proband B	Proband C
Wie bewerten Sie die kontextorientierte Musikempfehlung?¹	gut (4)	sehr gut (5)	gut (4)
Unterstützte das System das Fahrerlebnis?²	trifft eher zu	trifft eher zu	trifft zu
Unterstützte das System die Fahrtkonzentration?²	trifft eher zu	teils/teils	trifft eher zu
Ich bevorzuge das System gegenüber meiner bisherigen Musikeinspielung.²	trifft zu	trifft zu	trifft eher zu
Ich würde das System weiter nutzen.²	teils/teils	trifft eher zu	trifft eher zu
Wären Sie bereit einen Aufpreis für ein solches System im Fahrzeug zu zahlen?²	teils/teils	teils/teils	trifft eher zu

¹ Bewertung durch eine 5-Sterneskala

² Bewertung durch eine 5-stufige Likertskala

Abschließend erfolgten kurze Interviews mit den drei Probanden. Sie konnten sich hierbei frei zur Nutzung und zu möglichen Verbesserungen äußern (siehe Anhang A 11). Dadurch kann die differenzierte Darstellung bei der weiteren Langzeitnutzung in gewissem Maße erklärt werden.

Die Probanden gaben an, dass die Musik das Fahrerlebnis und das Wohlfühlen während der Fahrt gestützt hat. Teilweise bestand jedoch der Wunsch den Musikwechsel zu unterbinden und die letzte Playlist weiterzuhören. Eine manuelle Fixierung einer situationsbezogenen Playlist oder eine weitere Einspielung von Musiktiteln des aktuellen Künstlers wäre daher eine denkbare Erweiterung des bisherigen Ansatzes. Zudem wurde eine Ergänzung der eigenen Musik durch neue Lieder angeregt, so dass man ähnlich zur Radioprogrammwahl zwar seinem eigenem Musikgeschmack nachgeht, trotzdem aber neue Musik zu hören bekommt. Zudem erschien die Kopplung des Smartphones über ein Kabel für kurze Fahrten als zu zeitaufwändig. Dieses Problem würde sich jedoch durch die Nutzung von Bluetooth oder eine Integration in das Fahrzeug-ITS lösen.

Zusätzliche Anregungen zur Weiterentwicklung des Systems, um diese Probleme zu lösen, werden in Kapitel 7.2 und 7.3 gegeben.

6.2.6 Fazit

Mit der Applikation AmbiTune wurde gezeigt, dass es möglich ist die Musikeinspielung an den aktuellen Kontext anzupassen. Es zeigte sich jedoch auch, dass eine pauschale und fixe Anwendung von Kontextregeln anhand einer Regelbasis keine befriedigenden Ergebnisse für die Nutzer lieferte. Eine situationsbezogene Priorisierung der Kontextparameter zeigte sich als eine sinnvolle Erweiterung des gewählten Ansatzes.

Die ständige Weiterentwicklung des Modells und der Architektur durch Ergebnisse aus Studien sowie Präsentationen und Diskussionen mit Experten auf Konferenzen und in der Praxis führte zu einem aktuellen Prototypen, der neben einer Regelbasis auch auf einer Kontext-Prioritätenliste basiert. Anhand der Prioritätenliste werden die einzelnen Ausprägungen der Kontextparameter situationsbezogen unterschiedlich berücksichtigt oder für die Musikauswahl eingeschlossen.

Neben zwölf unterschiedlichen Kontextfaktoren, die primär auf Ort- und Zeitkontext basieren und durch das Nutzerprofil ergänzt werden, verwendet der Prototyp aktuell die Musikmetadaten Genre, Geschwindigkeit der Musik in BPM sowie Energie und Valenz um die Musik auszuwählen. Die möglichen Änderungen in der Musikeinspielung sind jedoch auch immer von der vorliegenden Musik des Nutzers und seinen Präferenzen abhängig. Hat der Nutzer nur eine geringe Auswahl an Musik und hat diese ähnliche Ausprägungen anhand ihrer Musikmetadaten, dann ist nur eine geringe situationsspezifische Anpassung möglich.

Eine erste Probandenstudie in Form von Realfahrten zeigten, dass die Nutzer weitestgehend mit dem System zufrieden sind. Die situationsbezogene Auswahl der eigenen Musik wurde als angenehm empfunden und die Probanden würden das System überwiegend weiter benutzen. Weiterhin gab es Anmerkungen dazu, dass teilweise mehr Vielfalt und Abwechslung in der Musikeinspielung gewünscht ist.

Abschließend wurde ein Workshop mit neun Teilnehmern durchgeführt, in welchem die Erkenntnisse aus der Theorie, die Ergebnisse aus den Studien und die Erfahrungen aus der praktischen Umsetzung der Applikation zusammengeführt wurden.¹⁰⁰ Diese Ergebnisse führten zur Entwicklung einer Klassifikation der Vorteile von CAMRS im Fahrzeug. Es wurden dabei die drei Bereiche (3Fs) *Fahrsicherheit*, *Fahrkomfort* und *Fahrtwahrnehmung* identifiziert (siehe Abbildung 81).

¹⁰⁰ Bei den Teilnehmern handelte es sich um Studierende aus dem Masterstudium, die sich vertiefend mit CAMRS im Fahrzeug auseinandergesetzt haben. Für eine abschließende Befragung zur kontextorientierten Musikeinspielung im Fahrzeug siehe Anhang A 14.

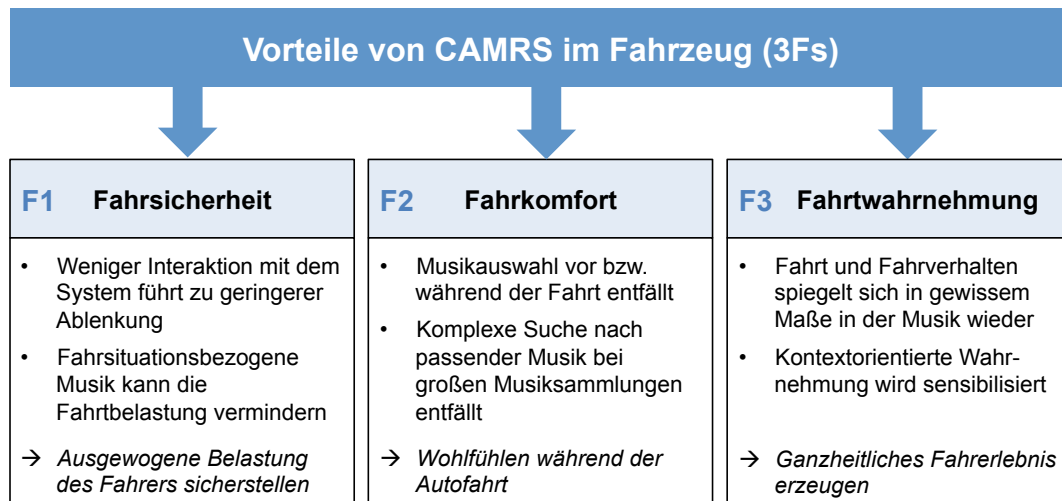


Abbildung 81: 3Fs der CAMRS im Fahrzeug

Durch die automatische Auswahl der Musik ist der Nutzer während der Fahrt weniger mit Eingaben und Programmwechseln beschäftigt. Kurze Ablenkungsphasen und Abwendungen des Blickfelds von der Straße werden somit zunehmend verhindert. Zudem kann die Musikeinspielung durch Genreauswahl, Geschwindigkeit sowie Valenz- und Energieangaben dazu führen, dass der Fahrer in fordernden Fahrsituationen weniger belastet ist. Im Umkehrschluss kann in Situationen, in denen der Fahrer unterfordert ist, Musik eingespielt werden, die den Fahrer stärker fordert und somit aufmerksam hält. Insgesamt kann dadurch die *Fahrsicherheit* erhöht werden. Das Ziel der CAMRS im Bereich Fahrsicherheit ist es die ausgewogene Belastung des Fahrers sicherzustellen.

Für den Nutzer und Fahrzeugführer erhöht sich zudem der *Fahrkomfort*, da er vor bzw. während der Fahrt nicht mit der (Vor-)Auswahl der Musik beschäftigt ist. Die situative Auswahl findet automatisch statt und Eingaben werden gering gehalten. Weiterhin verliert der Nutzer bei großen Musiksammlungen auf dem USB-Speicher oder Smartphone schnell den Überblick über seine umfangreiche Musikbibliothek und nutzt zudem auch nur eine geringe Auswahl der Titel während der Fahrt. Das System filtert die Musik situativ und verhindert daher die komplexe Suche des Anwenders nach der passenden Musiktiteln. Im Bereich Fahrkomfort soll daher das Wohlfühlen während der Autofahrt sichergestellt werden.

Diese situative Anpassung führt auch dazu, dass der Fahrer die Fahrt und das Fahrverhalten besser wahrnimmt. Das eigene Fahrverhalten sowie der Streckenverlauf und das Umfeld wirken sich in gewissem Maße auf die Einspielung der Musik aus und der Nutzer wird dadurch in seiner kontextorientierten Wahrnehmung sensibilisiert. Das Ziel im Bereich *Fahrtwahrnehmung* ist dementsprechend die Erzeugung eines ganzheitlichen Fahrerlebnisses.

7 Fazit

7.1 Zusammenfassung

Das Ziel, einen Beitrag zur kontextorientierten Musikeinspielung mit besonderem Fokus auf die Autofahrt zu leisten, kann mithilfe der durchgeführten Studien und der entwickelten Prototypen erreicht werden. Kontextorientierung eignet sich als Erweiterung von Musikdiensten, nicht nur im Alltag, sondern insbesondere auch in Fahrzeugen.

Aktuelle Musikempfehlungssysteme – und hier insbesondere auch die weit verbreiteten Musikstreamingdienste – basieren weitestgehend auf dem Ansatz der inhaltsbasierten (CBF) oder nutzerbasierten Empfehlung (CF). Diese statischen Verfahren zur Musikempfehlung können durch eine kontextorientierte Komponente erweitert werden. Die Verwendung des Kontextes ermöglicht eine dynamische Anpassung der Musikeinspielung anhand der aktuellen Fahrsituation.

Die durchgeführte Literaturanalyse bestätigt, dass die Forschungsaktivitäten im Bereich der kontextorientierten Musikempfehlung in den letzten Jahren kontinuierlich zugenommen haben. Zudem beginnen Musikstreamingdiensteanbieter wie Spotify sowie die großen Anbieter von mobilen Betriebssystemen wie Apple oder Google, erste Ansätze einer kontextorientierten Musikempfehlung in ihre Musikdienste zu integrieren.

Es wurde jedoch festgestellt, dass Forschungen im speziellen Bereich der kontextorientierten Musikempfehlung im Fahrzeug bisher nur geringfügig stattgefunden haben, obwohl die Benutzung des Autoradios zeigt¹⁰¹, dass die Musikpräferenzen situationsbedingt variieren. Dementsprechend wird die Musikeinspielung vom Nutzer manuell geändert, indem er den Sender wechselt oder einen anderen Song auswählt.

Weiterhin haben Sekundärstudien sowie eigene Studien belegt, dass die Musikeinspielung im Fahrzeug sowohl eine positive als auch eine negative Wirkung auf das Fahrverhalten haben kann. Eine kontextorientierte Musikeinspielung kann somit beispielsweise zu einer Erhöhung der Fahrsicherheit führen, indem weniger fordernde Musik eingespielt wird.

¹⁰¹ Siehe Anhang A 14 und [Neurauter et al. 2007].

Weitere Studien zeigten, dass unterschiedliche Fahrsituationen zu unterschiedlichen Musikpräferenzen führen und trotzdem eine Verallgemeinerung der Musikempfehlung über verschiedene Personen nicht möglich ist – ein Nutzerprofil mit persönlichen Musikpräferenzen ist auch für kontextorientierte Musikempfehlung Grundvoraussetzung.

Eine letzte Studie untersuchte die Umfeldwahrnehmung der Autofahrer während der Fahrt. Die Ergebnisse zeigten, dass sich die Wahrnehmung der Umgebung in unterschiedlichen Fahrsituationen unterscheidet und besonders eine differenzierte Wahrnehmung zwischen städtischem und ländlichem Umfeld erfolgt. Diese Wahrnehmung hängt jedoch zudem vom Straßentyp, der Geschwindigkeit und der allgemeinen Fahrtbelastung ab.

Auf Grundlage der Literaturanalyse und der Studien wurde der Ort als wichtigster Kontextfaktor identifiziert. Er bietet zudem die Grundlage für die Ermittlung vieler weiterer Kontextfaktoren, die für eine kontextorientierte Musikeinspielung notwendig sind.

Für die Bereitstellung kontextorientierter bzw. ortsbezogener Inhalte im Fahrzeug ist jedoch im Vergleich zur Smartphonennutzung der zukünftige Aufenthaltsort bzw. der vorausliegende Streckenverlauf und das Fahrtziel von zentraler Bedeutung. Dies liegt vor allem an der Gegebenheit, dass der aktuelle Ort nach wenigen Sekunden bereits der Vergangenheit angehört und die gewünschte Musik nicht nur von den Fahrtparametern selbst, sondern auch vom Fahrtziel und der damit verbundenen Fahrtmission abhängt. Die Bestimmung dieses sogenannten Informationshorizonts wurde daher als besonders relevant angesehen und im ersten Prototypen CARLA umgesetzt.

CARLA verwendet historische Fahrten des Nutzers in Kombination mit den Kontextparametern Tripfrequenz, Wochentag und Tageszeit, um bei der aktuellen Fahrt auf den Informationshorizont zu schließen. Dazu wird die aktuell zurückgelegte Strecke mit den historischen Fahrten auf geographische Übereinstimmung überprüft und die vorausliegende Strecke des Kandidaten mit der höchsten Übereinstimmung als Informationshorizont für die aktuelle Fahrt prädiziert. Eine durchgeführte Probandenstudie mit fünf Teilnehmern, insgesamt knapp 60.000 Positionsmeldungen und etwa 500 Autofahrten mit ca. 9.500 Kilometern Gesamtstreckenlänge zeigt, dass die Prädiktion des Informationshorizonts aufgrund historischer Fahrten möglich ist. In den meisten Fällen liegt die Prädiktion mit deutlich über 70 Prozent richtig. Die Voraussetzung einer richtigen Prädiktion ist ein homogenes Fahrverhalten, welches in den meisten Fällen vorliegt und nur ausreichend durch historische Fahrten erfasst werden muss, um die Qualität der Prädiktion zu erhöhen. Dies spiegelt auch gleichzeitig die Kaltstartproblematik wider – ohne historische

Fahrten kann das System nicht präzisieren. Die Ergebnisse zeigten zudem, dass die Verwendung der Kontextparameter einen positiven Einfluss auf die Prädiktion hat.

Nachdem aufgezeigt wurde, wie der wichtigste Kontextfaktor der Autofahrt und der kontextorientierten Musikeinspielung ermittelt werden kann, wurde aufbauend auf CARLA mit AmbiTune ein Prototyp zur kontextorientierten Musikeinspielung entwickelt. Es handelt sich um eine Anwendung, die den Kontext automatisch erfasst, mit dem Benutzerprofil vereint und dadurch wenig Nutzerinteraktion fordert. AmbiTune verwendet zwölf unterschiedliche Kontextfaktoren, die primär auf Ort- und Zeitkontext basieren und durch das Nutzerprofil ergänzt werden. Die Kontextfaktoren werden dabei situationsbezogen priorisiert. Hinzu kommen die Metadaten der Musik, die benötigt werden, um kontextorientiert Musik auszuwählen. Hierbei handelt es sich neben den grundlegenden Daten des Musiktitels hauptsächlich um das Musikgenre, die Geschwindigkeit sowie die Valenz und die Energie der Musik. Die durchgeführten Fahrstudien mit dem Prototypen durch eine Probandengruppe von drei Personen zeigen auf, dass die Anwendung des Prototypen auf die eigene Musiksammlung positiv wahrgenommen wird. Die Probanden zeigten sich mit der situationsspezifischen Musikauswahl zufrieden, wollten jedoch in gewissem Maße Eingriffsmöglichkeiten in das System.

Die Darstellung der Studienergebnisse sowie die Präsentation und Diskussion der beiden Prototypen erfolgte einerseits bei fachbezogenen Konferenzen (siehe Anhang A 20), andererseits wurden die Ergebnisse mit Experten in der Praxis diskutiert. Dies fand im Rahmen des Kooperationsprojektes *back2car* zwischen Instituten der TU Braunschweig und dem Volkswagen Konzern innerhalb der Volkswagen Konzernforschung statt.

Diskutierte Verbesserungs- und Erweiterungsmöglichkeiten wurden schrittweise in das eigene Modell übernommen und die Prototypen integriert.

Abschließend fand ein Workshop mit Studierenden statt, bei dem die Ergebnisse aus theoretischer, empirischer und praktischer Perspektive evaluiert und in einer Klassifikation der Vorteile zusammengeführt wurden (siehe Abbildung 81).

Abbildung 82 zeigt die Ergebnisse der Arbeit anhand des DSRM-Prozesses auf. Dabei können die einzelnen Kapitel der Arbeit – und dementsprechend die Inhalte und Ergebnisse – den sechs DSRM-Prozessschritten: 1. Identifikation des Problems, 2. Noch keine adäquate Lösung, 3. Entwicklung eines neuen Artefakts, 4. Anwendung des Artefakts, 5. Evaluation des Artefakts und 6. Kommunikation zugeordnet werden.

<i>DSRM Prozess</i>	<i>Inhalt der eigenen Arbeit</i>	<i>Kapitel</i>
1 Identifikation eines Problems	<ul style="list-style-type: none"> • Musikanpassung findet bisher fast ausschließlich inhaltsbasiert oder nutzerbasiert statt • Kontextorientierte Anpassung bisher wenig verbreitet und kaum Forschung im Automobilsektor 	3, 4, 5
2 Noch keine adäquate Lösung	<ul style="list-style-type: none"> • Aktuelle Forschungen und Prototypen verallgemeinern die Kontextorientierung und betrachten nicht speziell den Fahrtkontext • Prototypen erfordern manuelle Eingaben zur kontextorientierten Einspielung und viel Nutzerinteraktion 	4
3 Entwicklung eines neuen Artefakts	<ul style="list-style-type: none"> • Automatische Ermittlung der relevanten Fahrtkontextfaktoren und speziell des Informationshorizonts (CARLA) • Entwicklung eines automatischen Systems, welches die Fahrsituation und Musikmetadaten berücksichtigt, wenig Nutzerinteraktion fordert und die Nutzerpräferenzen berücksichtigt (AmbiTune) 	5 & 6
4 Anwendung des Artefakts	<ul style="list-style-type: none"> • Umfragen, Realfahrten und Simulatorstudien ex ante zeigen Nutzerbedürfnisse und relevante Kontextfaktoren auf, die zu berücksichtigen sind • Realfahrt- und Simulatorstudien mit den Prototypen führen zur Einführung weiterer Kontextfaktoren und einer Prioritätenliste 	5 & 6
5 Evaluation des Artefakts	<ul style="list-style-type: none"> • Der Informationshorizont kann aufgrund historischer Fahrten und Kontextfaktoren gut präzidiert werden • Kontextorientierte Musikwiedergabe führt einerseits zu einer höheren Zufriedenheit des Nutzers und kann zudem zu einer höheren Fahrtkonzentration beitragen • Evaluation mit Experten (siehe Kommunikation) 	6
6 Kommunikation	<ul style="list-style-type: none"> • Vorstellung und Diskussion der Prototypen auf wissenschaftlichen Konferenzen • Präsentation und Diskussion bei Vorträgen und Meetings in der Praxis (Kooperationsprojekt TU Braunschweig – Volkswagen „back2car“) • Fazit und Möglichkeiten der Weiterentwicklung 	6 & 7

Abbildung 82: Ergebnisse der Arbeit nach DSRM-Prozess gegliedert

7.2 Implikationen für die Praxis

Studien haben gezeigt, dass das Musikhören im Fahrzeug die wichtigste Nebentätigkeit ist und fast jede Person während der Autofahrt Radio hört. Der aktuelle Fahrtkontext hat dabei eine Auswirkung auf die gewünschte Musik und die Musik hat zudem einen Einfluss auf die Fahrtbelastung und -sicherheit.

Die Automobilbranche hat die Veränderungen des Marktes erkannt, und nicht mehr die Leistung des Fahrzeugs, sondern die technischen Innovationen stehen bei den jungen Käufern im Vordergrund. Entwicklungen werden somit nicht mehr vorrangig in den Ober- und Luxusklassen, sondern in den kleineren Fahrzeugklassen eingesetzt.

Bereits jetzt setzen die meisten Autohersteller auf die Integration von bekannten Musikdiensten in ihre Infotainmentsysteme. Vorrangiges Ziel dabei ist eine Erweiterung des Musikangebots sowie eine einfache Bedienung für den Nutzer, um die Sicherheit im Straßenverkehr zu gewährleisten. Bisherige Lösungen setzen auf die Anbindung eines Smartphones mit einer App-Lösung für iOS und Android.

Zudem ist in Anbetracht des erhöhten Interesses der führenden Entwickler mobiler Betriebssysteme¹⁰² und der Standardisierung¹⁰³ des Datenaustauschs zwischen Applikationen und dem Fahrzeug eine Integration in das Fahrzeugsystem bzw. eine Anpassung an entsprechende Systeme entscheidend. Die Nutzer können dann gewohnte Musikapplikationen in angepasster Darstellung sowie ihr Nutzerprofil vom Smartphone mit in das Fahrzeug bringen und dort über ITS nutzen. Da im Bereich der Smartphoneapplikationen die kontextorientierte Musikeinspielung bereits größeres Interesse erfährt, wird diese zukünftig auch durch die Kunden mit in das Fahrzeug getragen und die Automobilhersteller sind gefordert, diese in ihren Systemen zu berücksichtigen.

Der Bereich der Kontexterfassung zur Anpassung der Musikwiedergabe im Fahrzeug wird von den Automobilherstellern bisher jedoch nur sehr geringfügig betrachtet und in prototypischer Integration untersucht. Mit Blick auf die Fahrsicherheit und den Fahrkomfort sowie von Seiten des Kundeninteresses wurde bislang keine absolute Notwendigkeit erkannt, diese Möglichkeit der Musikeinspielung näher zu betrachten.

Erste Studien zeigen jedoch, dass potenzielle Kunden und Nutzer die kontextorientierte Musikeinspielung im Fahrzeug als einen Mehrwert ansehen und nutzen würden (siehe Anhang A 11, A 14). Sie sind daher auch bereit, mehr Geld für solche ITS-Systeme zu bezahlen.

Eine angestrebte Implementierung als Android-Auto-Anwendung und damit verbundene Integration in das Fahrzeug-ITS bietet zudem weitere Vorteile gegenüber der Implementierung als reine Smartphoneanwendung. Einerseits würde sich die Musikanwendung in das einheitliche User Interface des Android-Auto-Systems integrieren, welches den Nutzern vom Android-Betriebssystem auf dem Smartphone weitestgehend bekannt ist, und die Steuerung der Anwendung würde dann ausschließlich über das ITS erfolgen können (siehe Kapitel 4.1.2.3.2). Andererseits wäre der Zugriff auf Fahrzeugsensorik zur Erfassung des Kontextes über Schnittstellen erleichtert. Hier wären – sofern verfügbar – Eyetracking sowie Lenk- oder

¹⁰² Hier sind vor allem Apples *CarPlay* (www.apple.com/ios/carplay) und Googles *Android Auto* (www.android.com/auto) zu nennen.

¹⁰³ Siehe *Open Automotive Alliance* (www.openautoalliance.net).

Pedalbewegungen durch den Fahrer als weitere Inputparameter denkbar und zu überprüfen. Erste Fahrzeuge, die Android Auto unterstützen, sollen bereits dieses Jahr erscheinen [heise 2015]. Zudem hat die OAA unter Führung von Google die Entwicklung für Android Auto freigegeben und stellt mit der Android Auto Desktop Headunit einen Emulator für Testzwecke zur Verfügung.¹⁰⁴

In Hinsicht auf die Vorteile kontextorientierter Musikeinspielung im Fahrzeug (siehe Abbildung 81) kann dieser Dienst für die OEMs als neuer Mehrwertdienst im Fahrzeug und zusätzliches Verkaufsargument angesehen werden. Dabei bietet die dargestellte Erfassung des Kontextes eine zusätzliche Alternative zur Erkennung des Fahrerzustands über Mimik oder Biometrie und die eingespielte Musik eine Möglichkeit zur Regulierung dieses Zustands.

7.3 Implikationen für die Forschung

Die geringe Wahrnehmung und Akzeptanz der Systeme in der Praxis (siehe Kapitel 7.2) sowie die durchgeführte Literaturanalyse im Bereich der Forschung zu CAMRS (siehe Kapitel 4.3.2.3.1) zeigen auf, dass die Betrachtung dieser Systeme im Fahrzeug ein bisher wenig betrachteter Forschungsbereich ist, welcher jedoch durch steigende Sensorik von Fahrzeugen und Konnektivität mit dem Smartphone zukünftig an Relevanz gewinnen wird.

In dem Forschungsbereich besteht insbesondere eine Forschungslücke in der Zusammenführung, Konzeption und Anwendung zwischen der Untersuchung des situativen Hörverhaltens im Fahrzeug und den aktuellen technischen Möglichkeiten der kontextorientierten Musikeinspielung. Es fehlt dementsprechend auch an Prototypen zur Untersuchung in diesem Anwendungsfeld. Das Forschungsprojekt AmbiTune unterstützt durch seine Studien und einer darauf aufbauenden Prototypentwicklung die Forschung in diesem Bereich und zeigt auf, wie eine automatische und kontextbezogene Auswahl der eigenen Musik im Fahrzeug ermöglicht und angewendet werden kann.

Probleme bestehen aktuell bei der Erstnutzung des Systems. Da die Ermittlung des Informationshorizonts auf historischen Fahrten beruht, ist eine Vorhersage zu Beginn der Nutzung nicht möglich und der Informationshorizont kann daher nicht in die Empfehlung eingebracht werden. Weiterhin ist für eine Empfehlung von lokaler Musik eine Abfrage der Musikmetadaten für sämtliche Lieder des Nutzers von einem Musikmetadaten dienst erforderlich. Die Nutzung eines Musikstreamingdienstes würde dieses Problem lösen, da

¹⁰⁴Für weitere Informationen zur Android Auto Desktop Headunit siehe [Android Developers 2015].

Musikanfragen direkt an den Streamingdienst gesendet werden und die Musikmetadaten neben der Musik selbst mit abgefragt werden können.

Ein grundlegendes Problem ist die Notwendigkeit einer ständigen Internetkonnektivität zum Abruf der Kontextdaten und der generierten Playlist. Dieses Problem wird durch neue Verfahren zur Internetkonnektivität im Fahrzeug¹⁰⁵ sowie dem allgemeinen Ausbau von LTE¹⁰⁶ zukünftig behoben.

Der vorgestellte Prototyp dient als erster Ansatz für Realfahrtexperimente, wodurch eine frühzeitige Einbindung des Nutzers in den Entwicklungsprozess ermöglicht wird. Weiterhin existiert eine Webanwendung zur Simulation der kontextorientierten Musikeinspielung auf Fahrten, wodurch der Einsatz des Systems einfach getestet und neue Faktoren prototypisch integriert werden können. Zukünftige Forschungsprojekte haben die Möglichkeit, die vorgestellte Architektur zu adaptieren und zu erweitern. Nach ersten Simulationen lassen sich diese neu identifizierten Kontextfaktoren in die Applikation integrieren und somit Realfahrtstudien durchführen, um neue Erkenntnisse in Bezug auf die Auswirkungen auf die Fahrsicherheit und Wahrnehmung durch den Autofahrer zu bekommen.

Eine Erweiterung der lokalen Musikbibliothek durch die Anbindung von Musikstreamingdiensten bietet viele Vorteile. In einem nächsten Schritt ist die Anbindung der Applikation an einen Musikstreamingdienst vorgesehen und befindet sich bereits in der Konzeption und Umsetzung.¹⁰⁷ Durch diese Anbindung ergibt sich für den Nutzer eine deutlich gestiegene Musikauswahlbasis und zudem kann sein bereits vorhandenes Nutzerprofil mit Hörverhalten, Playlisten sowie Lieblingsliedern und -künstlern verwendet werden. Weiterhin wird dadurch eine Verbindung von einem kontextorientierten und kollaborativen Musikempfehlungssystem geschaffen und es ergeben sich neue Möglichkeiten der Musikauswahl.

Dementsprechend können Musikempfehlungen generiert werden, die nicht nur auf ähnlichen Nutzerprofilen basieren, sondern auch Musik empfohlen werden, die von anderen Nutzern in ähnlichen (Fahr-) Situationen gehört wurde. So kann der von AmbiTune ausgewählte Musiktitel für die aktuelle Fahrsituation mit den Kontextdaten gespeichert werden. Kommt ein weiterer

¹⁰⁵ Für weitere Informationen zur Internetkonnektivität im Fahrzeug und neuen Verfahren zur Verbesserung dieser siehe [Pögel 2014].

¹⁰⁶ Kurzform für *Long Term Evolution* und die Bezeichnung für den Mobilfunkstandard der vierten Generation. Dieser bietet deutlich höhere Übertragungsraten und eine bessere Flächenabdeckung mit Breitbandinternet als die vorherigen Standards. Die durchschnittliche Abdeckung in Deutschland beträgt aktuell 53 Prozent (Stand: Q3 2015) [OpenSignal 2015].

¹⁰⁷ Hier wird im ersten Schritt die Anbindung an den Musikstreamingdienst *Deezer* durchgeführt. Eine Anbindung weiterer Musikstreamingdienste wie beispielsweise *Spotify* ist anschließend mit geringem Aufwand möglich.

Autofahrer mit ähnlichem Nutzerprofil in eine vergleichbare Fahrsituation, kann diesem der gleiche Song angeboten werden. Zudem kann der aktuelle Song an einen Musikstreamingdienst als Seed-Song übermittelt werden, um ähnliche Songs zu gewinnen und dadurch die Vielfalt für den Nutzer zu erhöhen.

Um die Qualität der Musikempfehlung neben kollaborativen Ansätzen weiter zu verbessern, ist eine frühzeitige Einbindung des Nutzers durch die Möglichkeit des Nutzerfeedbacks (z.B. *Like* oder *Dislike*) erforderlich. Eine situationsbezogene Bewertung der Empfehlung durch den Nutzer kann zudem als Kontrollinstanz und Evaluationsmethode genutzt werden und ist ebenfalls zu untersuchen.¹⁰⁸

Zukünftig ist aufgrund performanter Hardware und komplexerer automatischer Musikerkenner nicht nur eine Empfehlung einzelner Musiktitel aufgrund des Fahrtkontextes und dem Einsatz eines Musikmetadatendienstes möglich, sondern ebenfalls eine Anpassung der Musiktitel selbst. Dies kann zu einer komplexeren Inszenierung der Fahrt führen. So könnte beispielsweise die Lautstärke und das Tempo eines Musikstückes anhand der Kontextparameter automatisch variiert werden.

Neben reiner kontextorientierter Musikeinspielung kann eine Erweiterung um Sprachbeiträge betrachtet werden. Abgesehen von der Musik haben auch Radiosender und -inhalte Metadaten und lassen sich mittlerweile in sehr großem Maße ortsungebunden als digitaler Stream abrufen. Die Übertragung und Erweiterung des Ansatzes der kontextorientierten Musikeinspielung anhand von einzelnen Musiktiteln auf Radiosender bzw. Angebote von Radiosendern stellt eine weitere Möglichkeit dar. Hierzu ist eine spezielle Untersuchung der kontextorientierten Einspielung gesprochener Inhalte¹⁰⁹ erforderlich. Auf der Ebene des Ziels einer ausgewogenen Belastung und der Berücksichtigung der Bedürfnisse des Fahrers könnten somit einzelne Beiträge das Musikprogramm des Nutzers automatisch erweitern und auflockern. Dadurch könnten in bestimmten Fahrsituationen und nach Interesse des Nutzers beispielsweise Fußball-Liveberichterstattungen des Lieblingsvereins, Podcasts zu ortsbezogenen Inhalten oder einfach Hörbücher aus der Bibliothek des Nutzers eingespielt werden.

Aktuell wird nur der Autofahrer selbst betrachtet und weitere Mitfahrer ignoriert. Da Autofahrten jedoch nicht immer alleine stattfinden und Mitfahrer das Hörverhalten im Fahrzeug mit beeinflussen, sollten diese auch berücksichtigt werden. So ist zu untersuchen, wie die Musik bei

¹⁰⁸ Für weitere Informationen zur situationsbezogenen Bewertung und einer möglichen Nutzerintegration in den Evaluationsprozess der Applikation siehe [Perl et al. 2014].

¹⁰⁹ Mit gesprochenen Inhalten sind beispielsweise Podcasts, Hörspiele oder Hörbücher gemeint.

Mehrpersonenfahrten kontextorientiert angepasst sowie bei Gesprächen sogar deaktiviert oder leiser gestellt werden kann.

Zudem beschränken sich die Aktivitäten des Nutzers nicht nur auf die Autofahrt, sondern es ergeben sich vielfältige Mobilitätsaktivitäten. Der Nutzer möchte unter Umständen auch bei vorherigen und nachfolgenden Aktivitäten Musik hören. Daher ist eine erweiterte Betrachtung der kontextorientierten Musikeinspielung über andere Verkehrsmittel (z.B. öffentlicher Verkehr oder Fahrrad) oder Aktivitäten (z.B. joggen oder spazieren gehen) erforderlich und sollte zukünftig in der Applikation berücksichtigt werden. Dadurch wäre eine vielfältige mobile Nutzung der Applikation möglich und der Nutzer wäre nicht gezwungen, die Applikation bzw. den Dienst zu wechseln.

Die abschließende Abbildung 83 stellt die identifizierten und disuktierten weiterführenden Möglichkeiten der Forschungs- und Umsetzungsaktivitäten nochmals zusammenfassend dar.

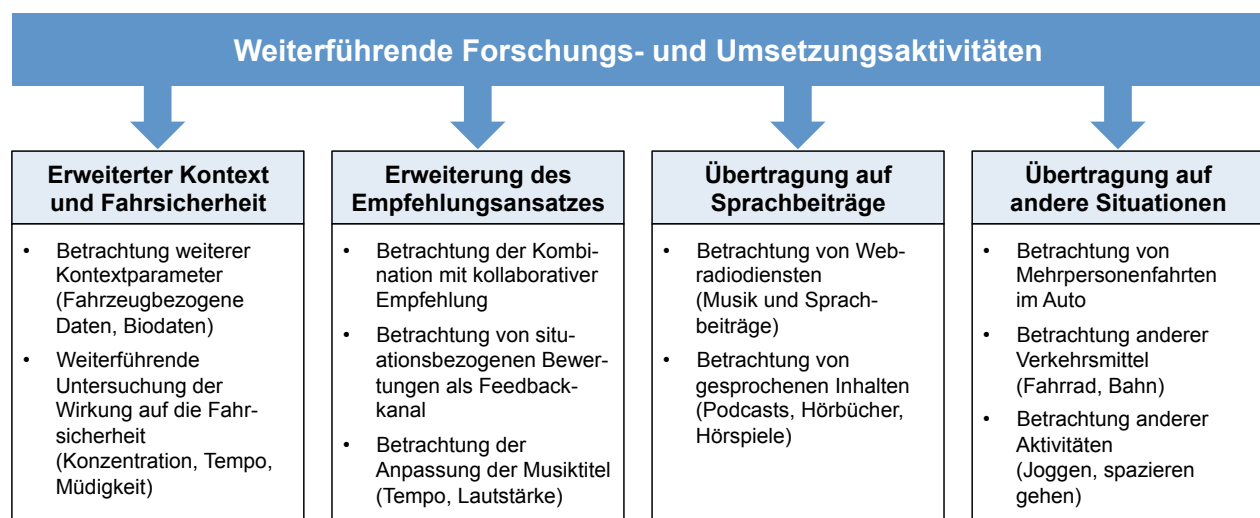


Abbildung 83: Weiterführende Aktivitäten im Forschungsbereich

V Literaturverzeichnis

A

Aarts, Emile; Encarnação, José (2006): „Into Ambient Intelligence“. In: True Visions: The Emergence of Ambient Intelligence. Springer Berlin Heidelberg S. 1–16.

ABiresearch (2012): „By 2017 60% of New Cars Shipping Globally Will Feature Connected Car Solutions“. Abgerufen am 12.10.2014 von <https://www.abiresearch.com/press/by-2017-60-of-new-cars-shipping-globally-will-feat>.

Abowd, Gregory D.; Mynatt, Elizabeth D. (2000): „Charting Past, Present, and Future Research in Ubiquitous Computing“. In: ACM Transactions on Computer-Human Interaction. 7 (1), S. 29–58.

Abowd, Gregory D.; Mynatt, Elizabeth D.; Rodden, Tom (2002): „The Human Experience“. In: IEEE Pervasive Computing. 1 (1), S. 48–57.

Adomavicius, Gediminas; Mobasher, Bamshad; Ricci, Francesco; Tuzhilin, Alexander (2011): „Context-Aware Recommender Systems“. In: AI Magazine. 32 (3), S. 67–80.

Alcaraz, Cristina; Lopez, Javier (2013): „Wide-Area Situational Awareness for Critical Infrastructure Protection“. In: Computer. 46 (4), S. 30–37.

Alt, Oliver (2009): Car Multimedia Systeme Modell-basiert testen mit SysML. Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag / GWV Fachverlage, Wiesbaden.

Amberg, Michael; Wehrmann, Jens (2003): „Effizientes Angebot von situationsabhängigen mobilen Diensten“. In: Industrie Management. 6 , S. 35–38.

Anderson, Amber; Weaverdyck, Miriam (2011): „Discovering GEMS in Music: Armonique Digs for Music You Like“. In: Proceedings of The National Conference on Undergraduate Research (NCUR). New York, NY, USA S. 1648–1655.

Android (2015): „Android Auto“. Abgerufen am von <http://www.android.com/auto/>.

Android Developers (2015): „Announcing the Android Auto Desktop Head Unit“. Abgerufen am 08.09.2015 von <http://android-developers.blogspot.de/2015/08/announcing-android-auto-desktop-head.html>.

Angerer, Fabian (2010): „Mobile kontextsensitive Dienste für die Freizeit“. In: Egger, Roman; Jooss, Mario (Hrsg.) mTourism. Gabler S. 45–58.

Apple (2015): „Apple CarPlay“. Apple. Abgerufen am 15.06.2015 von <https://www.apple.com/de/ios/carplay/>.

Ark, Wendy S.; Selker, Ted (1999): „A look at human interaction with pervasive computers“. In: IBM Systems Journal. 38 (4), S. 504–507.

Ashbrook, Daniel; Starner, Thad (2003): „Using GPS to learn significant locations and predict movement across multiple users“. In: Personal Ubiquitous Comput. 7 (5), S. 275–286.

Audi (2014): „Audi launches MMI® connect App that syncs directly with the all-new 2015 A3 | Audi USA“. Abgerufen am 15.06.2015 von <http://www.audiusa.com/newsroom/news/press-releases/2014/04/audi-launches-mmi-connect-app-synchs-directly>.

Autoblog (2010): „Mini Connected app will change music to suit driving“. Autoblog. Abgerufen am 15.06.2015 von <http://www.autoblog.com/2010/10/07/mini-connected-app-will-change-music-to-suit-driving/>.

B

Baldauf, Matthias; Dustdar, Schahram; Rosenberg, Florian (2007): „A Survey on Context-Aware Systems“. In: Int. J. Ad Hoc Ubiquitous Comput. 2 (4), S. 263–277.

Baltrunas, Linas; Kaminskas, Marius; Ludwig, Bernd; Moling, Omar; Ricci, Francesco; Aydin, Aykan; Lüke, Karl-Heinz; Schwaiger, Roland (2011a): „InCarMusic: Context-Aware Music Recommendations in a Car“. In: Huemer, Christian; Setzer, Thomas (Hrsg.) E-Commerce and Web Technologies. Springer Berlin Heidelberg (Lecture Notes in Business Information Processing), S. 89–100.

Baltrunas, Linas; Kaminskas, Marius; Ricci, Francesco; Rokach, Lior; Shapira, Bracha; Luke, Karl-Heinz (2010): „Best Usage Context Prediction for Music Tracks“. In: Proceedings of the 2nd Workshop on Context Aware Recommender Systems.

Baltrunas, Linas; Ludwig, Bernd; Ricci, Francesco (2011b): „Matrix Factorization Techniques for Context Aware Recommendation“. In: Proceedings of the Fifth ACM Conference on Recommender Systems. New York, NY, USA: ACM (RecSys '11), S. 301–304.

Baltrunas, Linas; Ludwig, Bernd; Ricci, Francesco (2012): „Rushed or Relaxed? - How the Situation on the Road Influences the Driver's Preferences for Music Tracks“. In: Barcelona.

Bauer, Hans H.; Reichardt, Tina; Schüle, Anja (2005): „User requirements for location based services : an analysis on the basis of literature“. In: Proceedings of the IADIS International Conference in e-Commerce. Porto S. 211–218.

Bauer, Hans H.; Schüle, Anja; Toma, David (2009): „Akzeptanzsteigerung von mobilen Diensten im Fahrzeug“. In: Bauer, Hans H.; Bryant, Melchior D.; Dirks, Thorsten (Hrsg.) Erfolgsfaktoren des Mobile Marketing. Springer Berlin Heidelberg S. 185–204.

Baumann, Stephan (2005): „Musikempfehlungssysteme Userzentriert und kontextbasiert“. In: Informatik-Spektrum. 28 (5), S. 369–374.

Bazire, Mary; Brézillon, Patrick (2005): „Understanding Context Before Using It“. In: Dey, Anind; Kokinov, Boicho; Leake, David; Turner, Roy (Hrsg.) Modeling and Using Context. Springer Berlin Heidelberg (Lecture Notes in Computer Science), S. 29–40.

Beer, Wolfgang; Derwein, Christian; Herramhof, Sandor (2013): „Implementation of Context-Aware Item Recommendation Through MapReduce Data Aggregation“. In: Proceedings of International Conference on Advances in Mobile Computing & Multimedia. New York, NY, USA: ACM (MoMM '13), S. 26–32.

- Behne, Klaus-Ernst (1997):** „The development of „Musikerleben“ in adolescence: How and why young people listen to music“. In: Deli, I.; Sloboda, J. (Hrsg.) Perception and cognition of music. Hove, England: Psychology Press/Erlbaum (UK) Taylor & Francis S. 143–159.
- Bettini, Claudio; Brdiczka, Oliver; Henricksen, Karen; Indulska, Jadwiga; Nicklas, Daniela; Ranganathan, Anand; Riboni, Daniele (2010):** „A survey of context modelling and reasoning techniques“. In: Pervasive and Mobile Computing. (Context Modelling, Reasoning and Management), 6 (2), S. 161–180.
- Bitkom (2015):** „20 Millionen Deutsche nutzen Musik-Streaming“. Abgerufen am 10.06.2015 von http://www.bitkom.org/de/presse/8477_82402.aspx.
- Bogdanov, Dmitry; Haro, Martin; Fuhrmann, Ferdinand; Gómez, Emilia; Herrera, Perfecto (2010):** „Content-based music recommendation based on user preference examples“. In: The 4th ACM Conference on Recommender Systems. Workshop on Music Recommendation and Discovery (Womrad 2010). Barcelona, Spain.
- Bogdanov, Dmitry; Haro, Martin; Fuhrmann, Ferdinand; Xambó, Anna; Gómez, Emilia; Herrera, Perfecto (2013):** „Semantic audio content-based music recommendation and visualization based on user preference examples“. In: Inf. Process. Manage. 49 (1), S. 13–33.
- Bradley, Margaret M.; Lang, Peter J. (1994):** „Measuring emotion: The self-assessment manikin and the semantic differential“. In: Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry. 25 (1), S. 49–59.
- Braess, Hans-Hermann (2013):** Handbuch Kraftfahrzeugtechnik. Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Braunhofer, Matthias; Kaminskas, Marius; Ricci, Francesco (2013):** „Location-aware music recommendation“. In: International Journal of Multimedia Information Retrieval. 2 (1), S. 31–44.
- Braunhofer, Matthias; Kaminskas, Marius; Ricci, Francesco (2011):** „Recommending music for places of interest in a mobile travel guide“. In: Proceedings of the fifth ACM conference on Recommender systems. New York, NY, USA: ACM (RecSys '11), S. 253–256.
- Brodsky, Warren (2001):** „The effects of music tempo on simulated driving performance and vehicular control“. In: Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour. 4 (4), S. 219–241.
- Brodsky, Warren; Kizner, Micha (2012):** „Exploring an alternative in-car music background designed for driver safety“. In: Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour. 15 (2), S. 162–173.
- Brodsky, Warren; Slor, Zack (2013):** „Background music as a risk factor for distraction among young-novice drivers“. In: Accident Analysis & Prevention. 59, S. 382–393.
- Brodsky, Warren (2015):** Driving With Music: Cognitive-Behavioural Implications. Ashgate Publishing, Ltd.
- Brown, Ivan D. (1965):** „Effect of a Car Radio on Driving in Traffic“. In: Ergonomics. 8 (4), S. 475–479.

- Brown, Peter J. (1998):** „Triggering information by context“. In: *Personal Technologies*. 2 (1), S. 18–27.
- Brown, Peter J.; Bovey, John D.; Chen, Xian (1997):** „Context-aware applications: from the laboratory to the marketplace“. In: *IEEE Personal Communications*. 4 (5), S. 58–64.
- Broy, Manfred; Krüger, Ingolf H.; Pretschner, Alexander; Salzmann, Christian (2007):** „Engineering Automotive Software“. In: *Proceedings of the IEEE*. 95 (2), S. 356–373.
- Broy, Manfred; Mühleck, Klaus H.; Taubner, Dirk (2011):** „Informatik in der Automobilindustrie“. In: *Informatik-Spektrum*. 34 (1), S. 1–5.
- Bugaychenko, Dmitry; Dzuba, Alexandr (2013):** „Musical Recommendations and Personalization in a Social Network“. In: *Proceedings of the 7th ACM Conference on Recommender Systems*. New York, NY, USA: ACM (RecSys '13), S. 367–370.
- Bundesverband Musikindustrie e.V. (2013):** „BVMI / PLAYFAIR: Studie zur mobilen Musiknutzung“. PlayFair. Abgerufen am 07.01.2014 von http://www.playfair.org/fileadmin/user_upload/downloads/BVMI_PLAYFAIR_Studie_zur_mobilen_Musiknutzung_131206.pdf.
- Bundesverband Musikindustrie e.V (2014):** *Musikindustrie in Zahlen 2013*. Berlin: Bundesverband Musikindustrie.
- Burke, Robin (2002):** „Hybrid Recommender Systems: Survey and Experiments“. In: *User Modeling and User-Adapted Interaction*. 12 (4), S. 331–370.

C

- Cai, Rui; Zhang, Chao; Wang, Chong; Zhang, Lei; Ma, Wei-Ying (2007):** „MusicSense: Contextual Music Recommendation Using Emotional Allocation Modeling“. In: *Proceedings of the 15th International Conference on Multimedia*. New York, NY, USA: ACM (MULTIMEDIA '07), S. 553–556.
- Camurri, Antonio; Volpe, Gualtiero; Vinet, Hugues; Bresin, Roberto; Fabiani, Marco; Dubus, Gaël; Maestre, Esteban; Llop, Jordi; Kleimola, Jari; Oksanen, Sami; Välimäki, Vesa; Seppanen, Jarno (2010):** „User-Centric Context-Aware Mobile Applications for Embodied Music Listening“. In: Daras, Petros; Ibarra, Oscar Mayora (Hrsg.) *User Centric Media*. Springer Berlin Heidelberg (Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social Informatics and Telecommunications Engineering), S. 21–30.
- Casey, Michael A.; Veltkamp, Remco; Goto, Masataka; Leman, Marc; Rhodes, Christopher; Slaney, Malcom (2008):** „Content-Based Music Information Retrieval: Current Directions and Future Challenges“. In: *Proceedings of the IEEE*. 96 (4), S. 668–696.
- Cassidy, Gianna; MacDonald, Raymond (2009):** „The effects of music choice on task performance: A study of the impact of self-selected and experimenter-selected music on driving game performance and experience“. In: *Musicae Scientiae*. 13 (2), S. 357–386.
- Cassidy, Gianna; MacDonald, Raymond (2010):** „The effects of music on time perception and performance of a driving game“. In: *Scandinavian journal of psychology*. 51 (6), S. 455–464.

- Celma, Òscar (2008):** „Music Recommendation and Discovery in the Long Tail“. Barcelona: Universitat Pompeu Fabra.
- Celma, Òscar; Serra, Xavier (2008):** „FOAFing the music: Bridging the semantic gap in music recommendation“. In: Web Semantics: Science, Services and Agents on the World Wide Web. (Semantic Web Challenge 2006/2007), 6 (4), S. 250–256.
- Chalmers, Dan (2011a):** „Classification and Use of Context“. In: Sensing and Systems in Pervasive Computing. Springer London (Undergraduate Topics in Computer Science), S. 67–83.
- Chalmers, Dan (2011b):** Sensing and systems in pervasive computing - Engineering context aware systems. London: Springer.
- Chalmers, Dan; Sloman, Morris (1999):** „QoS and Context Awareness for Mobile Computing“. In: Proceedings of 1st Intl. Symposium on Handheld and Ubiquitous Computing (HUC'99). Springer-Verlag S. 380–382.
- Chang, Edward Y. (2013):** „Context-Aware Computing: Opportunities and Open Issues“. In: Proceedings of the VLDB Endowment. 6 (11), S. 1172–1173.
- Chen, Chih-Ming; Tsai, Ming-Feng; Liu, Jen-Yu; Yang, Yi-Hsuan (2013a):** „Music Recommendation Based on Multiple Contextual Similarity Information“. In: 2013 IEEE/WIC/ACM International Joint Conferences on Web Intelligence (WI) and Intelligent Agent Technologies (IAT). S. 65–72.
- Chen, Chih-Ming; Tsai, Ming-Feng; Liu, Jen-Yu; Yang, Yi-Hsuan (2013b):** „Using Emotional Context from Article for Contextual Music Recommendation“. In: Proceedings of the 21st ACM International Conference on Multimedia. New York, NY, USA: ACM (MM '13), S. 649–652.
- Chen, Guanling; Kotz, David (2000):** A Survey of Context-Aware Mobile Computing Research. (Technical Report Nr. TR2000-381) Hanover, NH, USA: Dartmouth College (Dartmouth Computer Science Technical Report).
- Cheng, Yu-Chung; Chawathe, Yatin; LaMarca, Anthony; Krumm, John (2005):** „Accuracy Characterization for Metropolitan-scale Wi-Fi Localization“. In: Proceedings of the 3rd International Conference on Mobile Systems, Applications, and Services. New York, NY, USA: ACM (MobiSys '05), S. 233–245.
- Cheng, Zhiyong; Shen, Jialie (2014):** „Just-for-Me: An Adaptive Personalization System for Location-Aware Social Music Recommendation“. In: Proceedings of International Conference on Multimedia Retrieval. New York, NY, USA: ACM (ICMR '14), S. 185:185–185:192.
- Cheng, Zhiyong; Shen, Jialie; Mei, Tao (2014):** „Just-for-me: An Adaptive Personalization System for Location-aware Social Music Recommendation“. In: Proceedings of the 37th International ACM SIGIR Conference on Research & Development in Information Retrieval. New York, NY, USA: ACM (SIGIR '14), S. 1267–1268.
- Chen, Ling; Lv, Mingqi; Chen, Gencai (2010):** „A system for destination and future route prediction based on trajectory mining“. In: Pervasive Mob. Comput. 6 (6), S. 657–676.

- Chiesa, Mario; Toppan, Riccardo; Branciforti, Alessandro; Posca, Francesco (2014):** „Social Parking: Basic Elements and Core Concepts“. In: Adjunct Proceedings of the 6th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications. New York, NY, USA: ACM (AutomotiveUI '14), S. 1–6.
- Cochrane, Tom; Fantini, Bernardino; Scherer, Klaus R. (2013):** The Emotional Power of Music: Multidisciplinary Perspectives on Musical Arousal, Expression, and Social Control. Oxford University Press.
- Cooke, Alan D.J.; Sujan, Harish; Sujan, Mita; Weitz, Barton A. (2002):** „Marketing the Unfamiliar: The Role of Context and Item-Specific Information in Electronic Agent Recommendations“. In: Journal of Marketing Research. 39 (4), S. 488–497.
- Crook, Jordan (2014):** „Google Buys Songza“. TechCrunch.
- CSC (2014):** „Auto Infotainment: 61 Prozent der deutschen Autofahrer fühlen sich abgelenkt“. Computer Sciences Corporation. Abgerufen am 26.11.2014 von http://www.csc.com/de/press_releases/113265-auto_infotainment_61_prozent_der_deutschen_autofahrer_fuehlen_sich_abgelenkt.

D

- Dalton, Brian H.; Behm, David G. (2007):** „Effects of noise and music on human and task performance: A systematic review“. In: Occupational Ergonomics. 7 (3), S. 143–152.
- Dannenberg, Jan (2004):** Future Automotive Industry Structure (FAST) 2015 - die neue Arbeitsteilung in der Automobilindustrie. Frankfurt/M.: VDA (Materialien zur Automobilindustrie).
- Debes, Maik (2009):** „Konzeption und Realisierung eines kontextsensitiven Routingverfahrens“. (Dissertation) Ilmenau: TU Ilmenau.
- Dekel, Amnon; Weller, Tomer; Bar, Hanny; Ojalvo, Cadan; Kirkpatrick, Scott; Kessler, Benjamin (2014):** „What am I Doing Now? Pythia: A Mobile Service for Spatial Behavior Analysis“. In: Proceedings of the International Conference on Mobile Services, Resources, and Users. S. 67–70.
- DeNora, Tia (2011):** Music in Everyday Life. Cambridge University Press.
- Dey, Anind K. (2000):** „Enabling the Use of Context in Interactive Applications“. In: CHI '00 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems. New York, NY, USA: ACM (CHI EA '00), S. 79–80.
- Dey, Anind K. (2001):** „Understanding and Using Context“. In: Personal Ubiquitous Comput. 5 (1), S. 4–7.
- Dey, Anind K.; Abowd, Gregory D. (1999):** „Towards a Better Understanding of Context and Context-Awareness“. In: Proceedings of the 1st international symposium on Handheld and Ubiquitous Computing. London, UK, UK: Springer-Verlag (HUC '99), S. 304–307.
- Dey, Anind K.; Abowd, Gregory D.; Wood, Andrew (1998):** „CyberDesk: A Framework for Providing Self-integrating Context-aware Services“. In: Proceedings of the 3rd International Conference on Intelligent User Interfaces. New York, NY, USA: ACM (IUI '98), S. 47–54.

- Dhall, Abhinav; Goecke, Roland; Joshi, Jyoti; Sikka, Karan; Gedeon, Tom (2014):** „Emotion Recognition In The Wild Challenge 2014: Baseline, Data and Protocol“. In: Proceedings of the 16th International Conference on Multimodal Interaction. New York, NY, USA: ACM (ICMI '14), S. 461–466.
- Dias, Ricardo; Fonseca, Manuel J.; Cunha, Ricardo (2014):** „A User-centered Music Recommendation Approach for Daily Activities“. In: Proceedings of the 1st Workshop on New Trends in Content-based Recommender Systems. Silicon Valley S. 26–33.
- Dibben, Nicola; Williamson, Victoria J. (2007):** „An exploratory survey of in-vehicle music listening“. In: Psychology of Music. (35), S. 571–589.
- Diewald, Stefan; Möller, Andreas; Roalter, Luis; Kranz, Matthias (2011):** „Mobile Device Integration and Interaction in the Automotive Domain“. In: AutoNUI: Automotive Natural User Interfaces Workshop at the 3rd International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications (AutomotiveUI 2011). Salzburg, Austria.
- Van Dillen, Lotte (2009):** „Do the Math: Cognitive Load Attenuates Negative Feelings“. In: The Inquisitive Mind. (10).
- Domingues, Marcos A.; Oliveira Rezende, Solange R. (2013):** „The Impact of Context-Aware Recommender Systems on Music in the Long Tail“. In: 2013 Brazilian Conference on Intelligent Systems (BRACIS). S. 119–124.
- Donges, Edmund (1992):** Das Prinzip Vorhersehbarkeit als Auslegungskonzept für Maßnahmen zur aktiven Sicherheit im Straßenverkehrssystem. VDI-Verl.
- Dourish, Paul (2004):** „What we talk about when we talk about context“. In: Personal Ubiquitous Comput. 8 (1), S. 19–30.
- Droisdowski, Günther; Müller, Wolfgang; Scholze-Stubenrecht, Werner; Wermke, Matthias (1996):** Duden: Rechtschreibung der deutschen Sprache. 21. Aufl. Mannheim: Dudenverlag.
- Dudenredaktion (2005):** Duden, das Fremdwörterbuch. 8. Aufl. Augsburg: Weltbild.
- Durisic, Darko; Staron, Miroslaw; Nilsson, Martin (2011):** „Measuring the Size of Changes in Automotive Software Systems and Their Impact on Product Quality“. In: Proceedings of the 12th International Conference on Product Focused Software Development and Process Improvement. New York, NY, USA: ACM (Profes '11), S. 10–13.
- Du, Weichang; Wang, Lei (2008):** „Context-aware Application Programming for Mobile Devices“. In: Proceedings of the 2008 C3S2E Conference. New York, NY, USA: ACM (C3S2E '08), S. 215–227.

E

- Ehmer, Marco (2002):** „Mobile Dienste im Auto — Die Perspektive für Automobilhersteller?“. In: Reichwald, Prof Dr Dr h c Ralf (Hrsg.) Mobile Kommunikation. Gabler Verlag S. 459–472.
- Eisner, Jochen; Funke, Stefan; Herbst, Andre; Spillner, Andreas; Stor, Sabine (2011):** „Algorithms for Matching and Predicting Trajectories“. In: S. 84–95.

- Elahi, Mehdi (2010):** „Context-aware Intelligent Recommender System“. In: Proceedings of the 15th International Conference on Intelligent User Interfaces. New York, NY, USA: ACM (IUI '10), S. 407–408.
- Elliott, Greg T.; Tomlinson, Bill (2006):** „PersonalSoundtrack: context-aware playlists that adapt to user pace“. In: CHI '06 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems. New York, NY, USA: ACM (CHI EA '06), S. 736–741.
- Ellis, Daniel P. W.; Whitman, Brian; Jehan, Tristan; Lamere, Paul (2010):** „The Echo Nest Musical Fingerprint“. In: ISMIR 2010 Utrecht: 11th International Society for Music Information Retrieval Conference, August 9th–13th, 2010.
- Endsley, Mica R. (1988):** „Design and Evaluation for Situation Awareness Enhancement“. In: Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting. 32 (2), S. 97–101.
- Endsley, Mica R. (2000):** „Theoretical Underpinnings of Situation Awareness: A Critical Review“. In: Endsley, Mica R.; Garland, DJ (Hrsg.) Situation Awareness Analysis and Measurement. Lawrence Erlbaum Associates.
- Endsley, Mica R. (1995):** „Toward a Theory of Situation Awareness in Dynamic Systems“. In: Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society. 37 (1), S. 32–64.
- Endsley, Mica R.; Bolte, Betty; Jones, Debra G. (2003):** Designing for Situation Awareness: An Approach to User-Centered Design. CRC Press.
- Erdle, Frank (2014):** „Netzwerk. Autohersteller binden ihre Kunden verstärkt über Internetportale an die Marke“. In: Automotive IT. (12), S. 42–43.

F

- Fakhrhosseini, Seyedeh Maryam; Landry, Steven; Tan, Yin Yin; Bhattarai, Saru; Jeon, Myounghoon (2014):** „If You'Re Angry, Turn the Music on: Music Can Mitigate Anger Effects on Driving Performance“. In: Proceedings of the 6th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications. New York, NY, USA: ACM (AutomotiveUI '14), S. 18:1–18:7.
- Fernández-Tobías, Ignacio; Campos, Pedro G.; Cantador, Iván; Díez, Fernando (2013):** „A Contextual Modeling Approach for Model-Based Recommender Systems“. In: Bielza, Concha; Salmerón, Antonio; Alonso-Betanzos, Amparo; Hidalgo, J. Ignacio; Martínez, Luis; Troncoso, Alicia; Corchado, Emilio; Corchado, Juan M. (Hrsg.) Advances in Artificial Intelligence. Springer Berlin Heidelberg (Lecture Notes in Computer Science), S. 42–51.
- Ferscha, Alois (2003):** „Pervasive Computing - Kurz erklärt“. In: Datenbank-Spektrum. 7 , S. 48–51.
- Fischer, Gerhard (2012):** „Context-aware Systems: The „Right“ Information, at the „Right“ Time, in the „Right“ Place, in the „Right“ Way, to the „Right“ Person“. In: Proceedings of the International Working Conference on Advanced Visual Interfaces. New York, NY, USA: ACM (AVI '12), S. 287–294.

Frank, Ulrich (2012): „Konstruktionsorientierter Forschungsansatz“. Enzyklopädie der Wirtschaftsinformatik. Abgerufen am 01.10.2014 von <http://www.encyklopaedie-der-wirtschaftsinformatik.de/wi-encyklopaedie/lexikon/uebergreifendes/Forschung-in-WI/Konstruktionsorientierter-Forschungsansatz>.

Friedewald, Michael; Raabe, Oliver (2011): „Ubiquitous computing: An overview of technology impacts“. In: Telematics and Informatics. 28 (2), S. 55–65.

Froehlich, Jon; Krumm, John (2008): „Route Prediction from Trip Observations“. In: Society of Automotive Engineers (SAE) 2008 World Congress.

Fu, Zhouyu; Lu, Guojun; Ting, Kai Ming; Zhang, Dengsheng (2011): „A Survey of Audio-Based Music Classification and Annotation“. In: IEEE Transactions on Multimedia. 13 (2), S. 303–319.

G

Gabrielsson, Alf; Juslin, Patrik N.; Sloboda, John A. (Hrsg.) (2001): „Emotions in strong experiences with music“. In: Music and emotion: Theory and research. S. 431–449.

Gao, Shang; Krogstie, John (2010): „The Importance of Context Towards Mobile Services Adoption“. In: Auckland S. 422–427.

Gartner (2009): „Context-Enriched Services“. Gartner IT Glossary. Abgerufen am 16.07.2014 von <http://blogs.gartner.com/it-glossary/context-enriched-services/>.

Gartner (2014a): „Gartner Identifies the Top 10 Strategic Technology Trends for 2015“. Abgerufen am 10.10.2014 von <http://www.gartner.com/newsroom/id/2867917>.

Gartner (2014b): „Gartner’s 2014 Hype Cycle for Emerging Technologies Maps the Journey to Digital Business“. Abgerufen am 09.06.2015 von <http://www.gartner.com/newsroom/id/2819918>.

Garzon, Sandro Rodriguez (2012): „Intelligent In-Car-Infotainment Systems: A Contextual Personalized Approach“. In: 2012 8th International Conference on Intelligent Environments (IE). S. 315–318.

Gerla, M.; Lee, Eun-Kyu; Pau, G.; Lee, Uichin (2014): „Internet of vehicles: From intelligent grid to autonomous cars and vehicular clouds“. In: 2014 IEEE World Forum on Internet of Things (WF-IoT). S. 241–246.

GfK (2014): „GfK: Musik-Streaming startet bis 2018 richtig durch“. onlinekosten.de. Abgerufen am 09.01.2015 von <http://www.onlinekosten.de/news/artikel/58464/0/GfK-Musik-Streaming-startet-bis-2018-richtig-durch>.

Giaglis, George M.; Kourouthanassis, Panos; Tsamakos, Argirios (2003): „Towards a Classification Framework for Mobile Location Services“. In: Mennecke, Brian E.; Strader, Troy J. (Hrsg.) Mobile Commerce: Technology, Theory and Applications. Hershey, PA, USA: IGI Global S. 67–85.

Godehardt, Eicke (2009): „Kontextualisierte Visualisierung am wissensintensiven Arbeitsplatz“. (Dissertation) Darmstadt: TU Darmstadt.

- Göker, Ayşe; Myrhaug, Hans; Bierig, Ralf (2009):** „Context and Information Retrieval“. In: Chair, Ayşe Göker postgraduate, undergraduate Reader project leader; Advisor, John Davies Project Director chairman Vice-President Fellow Chartered Engineer Technical (Hrsg.) Information Retrieval. John Wiley & Sons, Ltd S. 131–157.
- Goode, Walkyria; Little, Caroline; Schall, Andrew; Geraci, Renae; Brown, Vanessa (2014):** „A Mixed-Method Approach for In-Depth Contextual User Research“. In: Marcus, Aaron (Hrsg.) Design, User Experience, and Usability. Theories, Methods, and Tools for Designing the User Experience. Springer International Publishing (Lecture Notes in Computer Science), S. 86–95.
- Goslar, Kevin; Buchholz, Sven; Schill, Alexander; Vogler, Hartmut (2003):** „A multidimensional approach to context awareness“. In: Proceedings of the 7th World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics. Orlando.
- Gramann, Klaus; Schandry, Rainer (2009):** Psychophysiologie: Körperliche Indikatoren psychischen Geschehens. Auflage: Originalausgabe, 4., vollständig überarbeitete Aufl. Weinheim; Basel: Beltz.
- Gregor, Shirley; Hevner, Alan (2013):** „Positioning and Presenting Design Science Research for Maximum Impact“. In: Management Information Systems Quarterly. 37 (2), S. 337–355.
- Guan, Donghai; Li, Qing; Lee, Sungyoung; Lee, Youngkoo (2006):** „A Context-Aware Music Recommendation Agent in Smart Office“. In: Wang, Lipo; Jiao, Licheng; Shi, Guanming; Li, Xue; Liu, Jing (Hrsg.) Fuzzy Systems and Knowledge Discovery. Springer Berlin Heidelberg (Lecture Notes in Computer Science), S. 1201–1204.
- Guan, Donghai; Yuan, Weiwei; Cho, Seong Jin; Gavrilov, Andrey; Lee, Young-Koo; Lee, Sungyoung (2007):** „Devising a Context Selection-Based Reasoning Engine for Context-Aware Ubiquitous Computing Middleware“. In: Indulska, Jadwiga; Ma, Jianhua; Yang, Laurence T.; Ungerer, Theo; Cao, Jiannong (Hrsg.) Ubiquitous Intelligence and Computing. Springer Berlin Heidelberg (Lecture Notes in Computer Science), S. 849–857.
- Gupta, Piklu; Hoffmann, Mario; Holtkamp, Bernhard; Möhr, Wiebke; Peters, Jan; Ritscher, Matthias; Voisard, Agnes (2004):** „Mobile kontextabhängige Multimediadienste“. In: Informatik-Spektrum. 27 (1), S. 35–43.
- Gu, Tao; Pung, Hung Keng; Zhang, Da Qing (2005):** „A service-oriented middleware for building context-aware services“. In: Journal of Network and Computer Applications. 28 (1), S. 1–18.

H

- Han, Byeong-Jun; Rho, Seungmin; Jun, Sanghoon; Hwang, Eenjun (2010):** „Music emotion classification and context-based music recommendation“. In: Multimedia Tools Appl. 47 (3), S. 433–460.
- Han, Li; Jyri, S.; Ma, Jian; Yu, Kuifei (2008):** „Research on Context-Aware Mobile Computing“. In: Proceedings of the 22nd International Conference on Advanced Information Networking and Applications - Workshops, 2008. AINAW 2008. S. 24–30.

- Hargreaves, David; North, Adrian C. (1999):** „The Functions of Music in Everyday Life: Redefining the Social in Music Psychology“. In: Psychology of Music. 27 (1), S. 71–83.
- Hariri, Negar; Mobasher, Bamshad; Burke, Robin (2012a):** „Context-aware music recommendation based on latent topic sequential patterns“. In: Proceedings of the sixth ACM conference on Recommender systems. New York, NY, USA: ACM (RecSys '12), S. 131–138.
- Hariri, Negar; Mobasher, Bamshad; Burke, Robin (2013):** „Query-driven Context Aware Recommendation“. In: Proceedings of the 7th ACM Conference on Recommender Systems. New York, NY, USA: ACM (RecSys '13), S. 9–16.
- Hariri, Negar; Mobasher, Bamshad; Burke, Robin (2012b):** „Using social tags to infer context in hybrid music recommendation“. In: Proceedings of the twelfth international workshop on Web information and data management. New York, NY, USA: ACM (WIDM '12), S. 41–48.
- Hayes, Conor; Cunningham, Pádraig (2004):** „Context Boosting Collaborative Recommendations“. In: FRSA, Professor Max Bramer Bsc, , CEng, FBCS, FIEE; MSc, Richard Ellis Bsc; CEng, Dr Ann Macintosh Bsc (Hrsg.) Applications and Innovations in Intelligent Systems XI. Springer London S. 49–62.
- Hegering, Heinz-Gerd (2003):** „Management Challenges of Context-Aware Services in Ubiquitous Environments“. In: Proceedings of the 14th IFIP/IEEE Workshop on Distributed Systems: Operations and Management (DSCOM 2003). S. 246–259.
- Heikkinen, Jani; Mäkinen, Erno; Lylykangas, Jani; Pakkanen, Toni; Väänänen-Vainio-Mattila, Kaisa; Raisamo, Roope (2013):** „Mobile Devices As Infotainment User Interfaces in the Car: Contextual Study and Design Implications“. In: Proceedings of the 15th International Conference on Human-computer Interaction with Mobile Devices and Services. New York, NY, USA: ACM (MobileHCI '13), S. 137–146.
- Heinonen, Kristina; Pura, Minna (2006):** „Classifying Mobile Services“. In: Proceedings of Helsinki 5th Mobility Roundtable. Helsinki S. 42–58.
- Heinrichs, Marcus; Hoffmann, Ralf; Reuter, Florian (2012):** „Mobiles Internet“. In: Proff, Heike; Schönharting, Jörg; Schramm, Dieter; Ziegler, Jürgen (Hrsg.) Zukünftige Entwicklungen in der Mobilität. Gabler Verlag S. 611–628.
- heise (2015):** „Android Auto: Jetzt geht's los“. heise online. Abgerufen am 08.09.2015 von <http://www.heise.de/newsticker/meldung/Android-Auto-Jetzt-geht-s-los-2671639.html>.
- Helmholz, Patrick; Robra-Bissantz, Susanne (2015a):** „AmbiTune: Kontextorientierte Musikeinspielung im Fahrzeug“. In: Cunningham, Douglas W.; Hofstedt, Petra; Meer, Klaus; Schmitt, Ingo (Hrsg.) Informatik 2015 (Lecture Notes in Informatics). Cottbus S. 1635–1646.
- Helmholz, Patrick; Robra-Bissantz, Susanne (2015b):** „Jazz in der Stadt und Rock auf der Autobahn - von der kollaborativen zur kollaborativ-kontextorientierten Musikempfehlung“. In: Proceedings of 8. proWM Konferenz/Conference 18. GeNeMe-Workshop. Dresden S. 173–183.

- Helmholz, Patrick; Vetter, Sebastian; Robra-Bissantz, Susanne (2014):** „AmbiTune: Bringing Context-Awareness to Music Playlists while Driving“. In: Tremblay, Monica Chiarini; VanderMeer, Debra; Rothenberger, Marcus; Gupta, Ashish; Yoon, Victoria (Hrsg.) *Advancing the Impact of Design Science: Moving from Theory to Practice*. Springer International Publishing (Lecture Notes in Computer Science), S. 393–397.
- Helmholz, Patrick; Ziesmann, Edgar; Robra-Bissantz, Susanne (2013):** „Context-awareness in the Car: Prediction, Evaluation and Usage of Route Trajectories“. In: *Proceedings of the 8th International Conference on Design Science at the Intersection of Physical and Virtual Design*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag (DESIST'13), S. 412–419.
- Herrera, Perfecto; Resa, Zurine; Sordo, Mohamed (2010):** „Rocking around the clock eight days a week: an exploration of temporal patterns of music listening“. In: *1st Workshop On Music Recommendation And Discovery (WOMRAD)*, ACM RecSys, 2010, Barcelona, Spain. Barcelona.
- Herrtwich, Ralf G. (2002):** „Ubiquitous Computing in the Automotive Domain“. In: Mattern, Friedemann; Naghshineh, Mahmoud (Hrsg.) *Pervasive Computing*. Springer Berlin Heidelberg (Lecture Notes in Computer Science), S. 15.
- Hevner, Alan (2007):** „A Three Cycle View of Design Science Research“. In: *Scandinavian Journal of Information Systems*. 19 (2), S. 87–92.
- Hevner, Alan; March, Salvatore T.; Park, Jinsoo; Ram, Sudha (2004):** „Design science in information systems research“. In: *MIS Q.* 28 (1), S. 75–105.
- Hiltz, Starr R.; Turoff, Murray (1985):** „Structuring Computer-mediated Communication Systems to Avoid Information Overload“. In: *Commun. ACM.* 28 (7), S. 680–689.
- Hong, Jiwon; Hwang, Won-Seok; Kim, Jin-Hyung; Kim, Sang-Wook (2014):** „Context-aware Music Recommendation in Mobile Smart Devices“. In: *Proceedings of the 29th Annual ACM Symposium on Applied Computing*. New York, NY, USA: ACM (SAC '14), S. 1463–1468.
- Hong, Jong-yi; Suh, Eui-ho; Kim, Sung-Jin (2009):** „Context-aware systems: A literature review and classification“. In: *Expert Systems with Applications*. 36 (4), S. 8509–8522.
- Honsig, Markus (2005):** „Plug and Drive“. In: *Technology Review*. (9), S. 51–57.
- Horberry, Tim; Edquist, Jessica (2008):** „Distractions Outside the Vehicle“. In: *Driver Distraction: Theory, Effects, and Mitigation*. CRC Press S. 215–227.
- Hristova, Nataliya; O'Hare, Gregory M. P. (2004):** „Ad-me: Wireless Advertising Adapted to the User Location, Device and Emotions“. In: *ProcProceedings of the 37th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS'04)*. Washington, DC, USA: IEEE Computer Society (HICSS '04), S. 90285.3–.
- Huber, Oswald (2009):** *Das psychologische Experiment. Eine Einführung*. Auflage: 5., überarb. Aufl. Huber, Bern.
- Huemer, Anja K.; Vollrath, Mark (2011):** „Driver secondary tasks in Germany: Using interviews to estimate prevalence“. In: *Accident Analysis & Prevention*. 43 (5), S. 1703–1712.

Hughes, Genevieve M.; Rudin-Brown, Christina M.; Young, Kristie L. (2013): „A simulator study of the effects of singing on driving performance“. In: Accident; Analysis and Prevention. 50, S. 787–792.

Hull, Richard; Neaves, Philip; Bedford-Roberts, James (1997): „Towards situated computing“. In: First International Symposium on Wearable Computers. S. 146–153.

I

Iivari, Juhani (2007): „A Paradigmatic Analysis of Information Systems As a Design Science“. In: Scandinavian Journal of Information Systems. 19 (2), S. 39–64.

Indulska, Jadwiga; Sutton, Peter (2003): „Location Management in Pervasive Systems“. In: Proceedings of the Australasian Information Security Workshop Conference on ACSW Frontiers 2003 - Volume 21. Darlinghurst, Australia, Australia: Australian Computer Society, Inc. (ACSW Frontiers '03), S. 143–151.

Inskip, Charlie; MacFarlane, Andy; Rafferty, Pauline (2008): „Content or Context?: Searching for Musical Meaning in Task-based Interactive Information Retrieval“. In: Proceedings of the Second International Symposium on Information Interaction in Context. New York, NY, USA: ACM (IliX '08), S. 72–74.

Iwanaga, Makoto; Moroki, Youko (1999): „Subjective and Physiological Responses to Music Stimuli Controlled Over Activity and Preference“. In: Journal of Music Therapy. 36 (1), S. 26–38.

J

Jang, Seie; Woo, Woontack (2003): „Ubi-UCAM: A Unified Context-Aware Application Model“. In: Blackburn, Patrick; Ghidini, Chiara; Turner, Roy M.; Giunchiglia, Fausto (Hrsg.) Modeling and Using Context. Springer Berlin Heidelberg (Lecture Notes in Computer Science), S. 178–189.

Jannach, Dietmar; Zanker, Markus; Felfernig, Alexander; Friedrich, Gerhard (2010): Recommender Systems: An Introduction. 1st. Aufl. New York, NY, USA: Cambridge University Press.

Jorge, Alípio M. (2013): „Binary Recommender Systems: Introduction, an Application and Outlook“. In: Proceedings of the International C* Conference on Computer Science and Software Engineering. New York, NY, USA: ACM (C3S2E '13), S. 1–2.

Junglas, Iris A.; Watson, Richard T. (2008): „Location-based services“. In: Commun. ACM. 51 (3), S. 65–69.

K

Kaasinen, Eija (2003): „User Needs for Location-aware Mobile Services“. In: Personal Ubiquitous Comput. 7 (1), S. 70–79.

Kaminskas, Marius; Ricci, Francesco (2012): „Contextual music information retrieval and recommendation: State of the art and challenges“. In: Computer Science Review. 6 (2–3), S. 89–119.

- Kaminskas, Marius; Ricci, Francesco (2011):** „Location-Adapted Music Recommendation Using Tags“. In: Konstan, Joseph A.; Conejo, Ricardo; Marzo, José L.; Oliver, Nuria (Hrsg.) User Modeling, Adaption and Personalization. Springer Berlin Heidelberg (Lecture Notes in Computer Science), S. 183–194.
- Kaminskas, Marius; Ricci, Francesco (2009):** „Matching places of interest with music“. In: Proceedings of Workshop on Exploring Musical Information Spaces (WEMIS 2009). Alicante S. 68–73.
- Kaminskas, Marius; Ricci, Francesco; Schedl, Markus (2013):** „Location-aware music recommendation using auto-tagging and hybrid matching“. In: Proceedings of the 7th ACM conference on Recommender systems. New York, NY, USA: ACM (RecSys '13), S. 17–24.
- Kang, Dong-Oh; Ha, Kiryong; Lee, Jeonwoo (2008):** „A context aware system for personalized services using wearable biological signal sensors“. In: International Conference on Control, Automation and Systems, 2008. ICCAS 2008. S. 888–891.
- Karlsson, Börje F.; Okada, Karla; Noletto, Tomaz (2012):** „A Mobile-Based System for Context-Aware Music Recommendations“. In: Iliadis, Lazaros; Maglogiannis, Ilias; Papadopoulos, Harris; Karatzas, Kostas; Sioutas, Spyros (Hrsg.) Artificial Intelligence Applications and Innovations. Springer Berlin Heidelberg (IFIP Advances in Information and Communication Technology), S. 520–529.
- Kim, Jong-Hun; Song, Chang-Woo; Lim, Kee-Wook; Lee, Jung-Hyun (2006):** „Design of music recommendation system using context information“. In: Proceedings of the 9th Pacific Rim international conference on Agent Computing and Multi-Agent Systems. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag (PRIMA'06), S. 708–713.
- King, Irwin; Lyu, Michael R.; Ma, Hao (2010):** „Introduction to Social Recommendation“. In: Proceedings of the 19th International Conference on World Wide Web. New York, NY, USA: ACM (WWW '10), S. 1355–1356.
- Klahold, André (2009):** Empfehlungssysteme: Recommender Systems - Grundlagen, Konzepte und Lösungen. Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Kleinrock, Leonard (1997):** „Nomadic computing“. In: Telecommunication Systems. 7 (1-3), S. 5–15.
- Kleinsteuber, Hans J. (2011):** Radio: Eine Einführung. 2012. Aufl. VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Knees, Peter; Schedl, Markus (2013):** „A Survey of Music Similarity and Recommendation from Music Context Data“. In: ACM Trans. Multimedia Comput. Commun. Appl. 10 (1), S. 2:1–2:21.
- Knobloch, Silvia; Zillmann, Dolf (2002):** „Mood Management via the Digital Jukebox“. In: Journal of Communication. 52 (2), S. 351–366.
- Koch, Oliver (2010):** „Kontextorientierte Informationsversorgung: Grundlagen, Modelle und eigener Ansatz“. In: Kontextorientierte Informationsversorgung in medizinischen Behandlungsprozessen. Vieweg+Teubner S. 91–124.

- Kokar, Mieczyslaw M.; Matheus, Christopher J.; Baclawski, Kenneth (2009):** „Ontology-based situation awareness“. In: Information Fusion. (Special Issue on High-level Information Fusion and Situation Awareness), 10 (1), S. 83–98.
- Komkhao, Maytiyanin (2013):** Knowledge-based and Consensual Recommender Systems. VDI-Verlag.
- Konečni, Vladimír J. (1982):** „Social interaction and musical preference“. In: The Psychology of Music. Academic Press S. 497–516.
- Konz, Stephan; Mcdougal, David (1968):** „The Effect of Background Music on the Control Activity of an Automobile Driver“. In: Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society. 10 (3), S. 233–243.
- Korpipää, Panu; Mäntyjärvi, Jani (2003):** „An Ontology for Mobile Device Sensor-Based Context Awareness“. In: Blackburn, Patrick; Ghidini, Chiara; Turner, Roy M.; Giunchiglia, Fausto (Hrsg.) Modeling and Using Context. Springer Berlin Heidelberg (Lecture Notes in Computer Science), S. 451–458.
- Krause, Amanda E.; North, Adrian C.; Hewitt, Lauren (2014a):** „Music Selection Behaviors in Everyday Listening“. In: Journal of Broadcasting & Electronic Media. 58 (2), S. 306–323.
- Krause, Amanda E.; North, Adrian C.; Hewitt, Lauren Y. (2013):** „Music-listening in everyday life: Devices and choice“. In: Psychology of Music. S. 0305735613496860.
- Krause, Amanda E.; North, Adrian C.; Hewitt, Lauren Y. (2014b):** „The Role of Location in Everyday Experiences of Music“. In: Psychology of Popular Media Culture.
- Kreutzer, Ralf T. (2015):** „Der Gartner Hype Cycle als prognostischer Hintergrund“. In: Digitale Revolution. Springer Fachmedien Wiesbaden (essentials), S. 3–6.
- Krösche, Jens (2005):** Eine Systemplattform für die Entwicklung kontextsensitiver mobiler Anwendungen / von: Jens Krösche. Als Ms. gedr. Berlin: dissertation.de.
- Krumm, John (2009):** Ubiquitous Computing Fundamentals. CRC Press.
- Kühn, Paul J.; Rothermel, Kurt (2002):** „Orts- und kontextbezogene Dienste“. In: it - Information Technology (vormals it+ti) Methoden und innovative Anwendungen der Informatik und Informationstechnik. 44 (5/2002), S. 239.
- Kun, Andrew L.; Schmidt, Albrecht; Dey, Anind; Boll, Susanne (2013):** „Automotive user interfaces and interactive applications in the car“. In: Personal and Ubiquitous Computing. S. 1–2.
- Küpper, Axel (2005):** Location-based Services : Fundamentals and Operation. 1. Auflage. John Wiley & Sons Ltd.

L

- Laasonen, Kari; Raento, Mika; Toivonen, Hannu (2004):** „Adaptive On-Device Location Recognition“. In: Ferscha, Alois; Mattern, Friedemann (Hrsg.) Pervasive Computing. Springer Berlin Heidelberg (Lecture Notes in Computer Science), S. 287–304.

- Lachmann, Remo; Schaefer, Ina (2014):** „Towards Efficient and Effective Testing in Automotive Software Development“. In: 2. Workshop Automotive Software Engineering (ASE) - INFORMATIK 2014. Stuttgart S. 2181–2192.
- Lamere, Paul B. (2012):** „I've Got 10 Million Songs in My Pocket: Now What?“. In: Proceedings of the Sixth ACM Conference on Recommender Systems. New York, NY, USA: ACM (RecSys '12), S. 207–208.
- Landauer, Thomas K.; Dumais, Susan T. (1997):** „A solution to Plato's problem: The latent semantic analysis theory of acquisition, induction, and representation of knowledge“. In: Psychological Review. 104 (2), S. 211–240.
- Landauer, Thomas K; Foltz, Peter W.; Laham, Darrell (1998):** „An introduction to latent semantic analysis“. In: Discourse Processes. 25 (2-3), S. 259–284.
- Lanzer, Wolfgang (2012):** Kontextsensitive Services für mobile Endgeräte. Springer-Verlag.
- Lee, Dongjoo; Park, Sung Eun; Kahng, Minsuk; Lee, Sangkeun; Lee, Sang-goo (2010):** „Exploiting Contextual Information from Event Logs for Personalized Recommendation“. In: Lee, Roger (Hrsg.) Computer and Information Science 2010. Springer Berlin Heidelberg (Studies in Computational Intelligence), S. 121–139.
- Lee, Jae Sik; Lee, Jin Chun (2007):** „Context Awareness by Case-Based Reasoning in a Music Recommendation System“. In: Ichikawa, Haruhisa; Cho, We-Duke; Satoh, Ichiro; Youn, Hee Yong (Hrsg.) Ubiquitous Computing Systems. Springer Berlin Heidelberg (Lecture Notes in Computer Science), S. 45–58.
- Lee, John D.; Young, Kristie; Regan, Michael A. (2008):** „Defining Driver Distraction“. In: Driver Distraction: Theory, Effects, and Mitigation. CRC Press S. 31–40.
- Lee, Mirim; Cho, Jun-Dong (2014):** „Logmusic: Context-based Social Music Recommendation Service on Mobile Device“. In: Proceedings of the 2014 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing: Adjunct Publication. New York, NY, USA: ACM (UbiComp '14 Adjunct), S. 95–98.
- Lee, Sangkeun; Chang, Juno; Lee, Sang-goo (2011):** „Survey and trend analysis of context-aware systems“. In: Information-An International Interdisciplinary Journal. 14 (2), S. 527–548.
- Lee, Seung Wook; Kim, Jong Tae; Sohn, Bong Ki; Lee, Keon Myung; Lee, Jee Hyung; Jeon, Jae Wook; Lee, Sukhan (2005):** „Real-Time System-on-a-Chip Architecture for Rule-Based Context-Aware Computing“. In: Khosla, Rajiv; Howlett, Robert J.; Jain, Lakhmi C. (Hrsg.) Knowledge-Based Intelligent Information and Engineering Systems. Springer Berlin Heidelberg (Lecture Notes in Computer Science), S. 1014–1020.
- Lehmann, Andreas C. (1997):** „Research Note: Affective Responses to Everyday Life Events and Music Listening“. In: Psychology of Music. 25 (1), S. 84–90.
- Lehtiniemi, Arto (2008):** „Evaluating SuperMusic: streaming context-aware mobile music service“. In: Proceedings of the 2008 International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology. New York, NY, USA: ACM (ACE '08), S. 314–321.

- Lehtonen, Esko; Lappi, Otto; Kotkanen, Henri; Summala, Heikki (2013):** „Look-ahead fixations in curve driving“. In: *Ergonomics*. 56 (1), S. 34–44.
- Le, Nguyen Thuy; Nakazawa, Jin; Takashio, Kazunori; Tokuda, Hideyuki (2011):** „Using vital-sensor in tracking user emotion as a contextual input for Music Recommendation System“. In: *Proceedings of IADIS International Conference Interfaces and Human Computer Interaction 2011*.
- Lewandowska, Agnieszka (2010):** „Kontextsensitive Dienste und Informationen für mobile Teilnehmer“. Technische Universität Ilmenau.
- Liao, Lin; Patterson, Donald J.; Fox, Dieter; Kautz, Henry (2007):** „Learning and inferring transportation routines“. In: *Artif. Intell.* 171 (5-6), S. 311–331.
- Liljeström, Simon; Juslin, Patrik N.; Västfjäll, Daniel (2013):** „Experimental evidence of the roles of music choice, social context, and listener personality in emotional reactions to music“. In: *Psychology of Music*. 41 (5), S. 579–599.
- Lindemann, Patrick; Stockinger, Tobias; Koelle, Marion; Kranz, Matthias (2014):** *Human-Computer Interaction in the Car*. Passau, Germany: Universität Passau.
- Linden, A.; Fenn, Jackie (2003):** *Understanding Gartner's Hype Cycles*. (Strategic Analysis Report Nr. R-20-1971) Gartner (Gartner Strategic Analysis Report).
- Löffler, Simon (2013):** *Modelllebenszyklen in der Automobilwirtschaft: Wie können sie gesteuert werden?*. Grin Verlag GmbH.
- Di Lorenzo, Giusy; Pinelli, Fabio; Pereira, Francisco C.; Biderman, Assaf; Ratti, Carlo; Lee, Charles; Lee, Chuhee (2009):** „An Affective Intelligent Driving Agent: Driver's Trajectory and Activities Prediction“. In: *IEEE S.* 1–4.
- Lucero, Andrés; Clawson, James; Lyons, Kent; Fischer, Joel E.; Ashbrook, Daniel; Robinson, Simon (2015):** „Mobile Collocated Interactions: From Smartphones to Wearables“. In: *Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*. New York, NY, USA: ACM (CHI EA '15), S. 2437–2440.

M

- Mackensen, Rainer; Vanberg, Monika; Krämer, Klaus (1975):** *Probleme regionaler Mobilität*. Göttingen: Göttingen, Schwartz,.
- March, Salvatore; Storey, Veda (2008):** „Design Science in the Information Systems Discipline: An Introduction to the Special Issue on Design Science Research“. In: *Management Information Systems Quarterly*. 32 (4), S. 725–730.
- Marcu, Marius; Ghiata, Nadia; Cretu, Vladimir (2013):** „Extracting high-level user context from low-level mobile sensors data“. In: *Proceedings of the 8th International Symposium on Applied Computational Intelligence and Informatics (SACI)*. S. 449–454.

- Mariappan, Mahesh Babu; Suk, Myunghoon; Prabhakaran, Balakrishnan (2012):** „FaceFetch: A User Emotion Driven Multimedia Content Recommendation System Based on Facial Expression Recognition“. In: 2013 IEEE International Symposium on Multimedia. Los Alamitos, CA, USA: IEEE Computer Society S. 84–87.
- Mattern, Friedemann (2003):** „Vom Verschwinden des Computers — Die Vision des Ubiquitous Computing“. In: Mattern, Prof Dr Friedemann (Hrsg.) Total vernetzt. Springer Berlin Heidelberg (Xpert.press), S. 1–41.
- McKenzie, Keenan C. (2004):** „The effects of music amplitude and tempo on simulated driving performance“. Lynchburg.
- Mehra, Pankaj (2012):** „Context-Aware Computing: Beyond Search and Location-Based Services“. In: IEEE Internet Computing. 16 (2), S. 12–16.
- Meier, Roland (2002):** Generierung von Kundenwert durch mobile Dienste: Potenziale Durch Kommunikation Und Vernetzung. Auflage: 2002. Wiesbaden: Deutscher Universitätsverlag.
- Meneses, João Paulo (2012):** „About Pandora and other streaming music services: the new active consumer on radio“. In: Observatorio (OBS*). 6 (1).
- Meroth, Ansgar; Tolg, Boris (2007):** Infotainmentsysteme im Kraftfahrzeug. Grundlagen, Komponenten, Systeme und Anwendungen. 2008. Aufl. Vieweg+Teubner Verlag.
- Miller, George A. (1956):** „The magical number seven, plus or minus two: some limits on our capacity for processing information“. In: Psychological Review. 63 (2), S. 81–97.
- Min, Byung-Chan; Seo, Sang Hyeok; Kim, Ji Kwan; Kim, Hyung-Sik; Choi, Mi-Hyun; Kim, Hyun-Joo; Chung, Soon-Cheol (2013):** „Changes of driving performance and skin conductance level of experienced taxi drivers due to distraction tasks“. In: The Japanese Journal of Ergonomics. 49 , S. 556–558.
- Mitsopoulos-Rubens, Eve; Trotter, Margaret J.; Lenné, Michael G. (2011):** „Effects on driving performance of interacting with an in-vehicle music player: A comparison of three interface layout concepts for information presentation“. In: Applied Ergonomics. 42 (4), S. 583–591.
- Moher, David; Liberati, Alessandro; Tetzlaff, Jennifer; Altman, Douglas G. (2010):** „Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement“. In: International Journal of Surgery. 8 (5), S. 336–341.
- Monclar, Rafael; Tecla, Alessandro; Oliveira, Jonice; de Souza, Jano M. (2009):** „MEK: Using spatial–temporal information to improve social networks and knowledge dissemination“. In: Information Sciences. 179 (15), S. 2524–2537.
- Müller, Dieter (2007):** „Radio - der Tagesbegleiter mit Zukunft“. In: Media Perspektiven. (1), S. 2–10.

Münter, Daniel; Kötteritzsch, Anna; Islinger, Tobias; Köhler, Thorsten; Wolff, Christian; Ziegler, Jürgen (2012): „Improving navigation support by taking care of drivers’ situational needs“. In: Proceedings of the 4th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications. New York, NY, USA: ACM (AutomotiveUI ’12), S. 131–138.

Murphy, Sean; Nafaa, Abdelhamid; Serafinski, Jacek (2013): „Advanced service delivery to the Connected Car“. In: 2013 IEEE 9th International Conference on Wireless and Mobile Computing, Networking and Communications (WiMob). S. 147–153.

Musically (2015): „New Spotify: videos, more context, running music... and hints of Apple“. Music Ally. Abgerufen am 16.06.2015 von <http://musically.com/2015/05/20/new-spotify-videos-context-running-music/>.

N

Neurauter, M. Lucas; Hankey, Jonathan M.; Young, Richard A. (2007): Radio Usage: Observations from the 100-Car Naturalistic Driving Study. (Nr. 2007-01-0441) SAE International.

Neuwöhner, Ulrich (2008): „Perspektiven des Radios im digitalen Zeitalter“. In: Media Perspektiven. (5), S. 247–254.

Nirjon, Shahriar; Dickerson, Robert F.; Li, Qiang; Asare, Philip; Stankovic, John A.; Hong, Dezhi; Zhang, Ben; Jiang, Xiaofan; Shen, Guobin; Zhao, Feng (2012): „MusicalHeart: a hearty way of listening to music“. In: Proceedings of the 10th ACM Conference on Embedded Network Sensor Systems. New York, NY, USA: ACM (SenSys ’12), S. 43–56.

Nöcker, Gerhard; Mezger, Klaus; Kerner, Boris (2005): „Vorausschauende Fahrerassistenzsysteme“. In: FAS 2005. Walting im Altmühltal S. 151–163.

North, Adrian C.; Hargreaves, David (1999): „Music and driving game performance“. In: Scandinavian Journal of Psychology. 40 (4), S. 285–292.

North, Adrian C.; Hargreaves, David (2008): The Social and Applied Psychology of Music. Auflage: 1. New York: Oxford University Press, USA.

North, Adrian C.; Hargreaves, David; Hargreaves, Jon (2004): „Uses of Music in Everyday Life“. In: Music Perception: An Interdisciplinary Journal. 22 (1).

North, Adrian C.; Hargreaves, David J.; Heath, Sarah J. (1998): „Musical Tempo and Time Perception in a Gymnasium“. In: Psychology of Music. 26 (1), S. 78–88.

Nurmi, Petteri; Floréen, Patrik (2004): „Reasoning in Context-Aware Systems“. Helsinki.

O

o.A. (2010): Mobilität in Deutschland - Ergebnisbericht 2008. (Ergebnisbericht) Berlin: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung.

Okada, Karla; Karlsson, Börje F.; Sardinha, Laura; Noletto, Tomaz (2013): „ContextPlayer: Learning Contextual Music Preferences for Situational Recommendations“. In: SIGGRAPH Asia 2013 Symposium on Mobile Graphics and Interactive Applications. New York, NY, USA: ACM (SA ’13), S. 61–67.

O’Leary, Daniel E. (2008): „Gartner’s hype cycle and information system research issues“. In: International Journal of Accounting Information Systems. 9 (4), S. 240–252.

OpenSignal (2015): „The State of LTE“. OpenSignal. Abgerufen am 30.09.2015 von <http://opensignal.com/reports/2015/09/state-of-lte-q3-2015/>.

Österle, Hubert; Becker, Jörg; Frank, Ulrich; Hess, Thomas; Karagiannis, Dimitris; Krcmar, Helmut; Loos, Peter; Mertens, Peter; Oberweis, Andreas; Sinz, Elmar J. (2010): „Memorandum zur gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik“. In: Schmalenbachs Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung. 62 (6), S. 664–672.

P

Paas, Fred; Renkl, Alexander; Sweller, John (2004): „Cognitive Load Theory: Instructional Implications of the Interaction between Information Structures and Cognitive Architecture“. In: Instructional Science. 32 (1-2), S. 1–8.

Park, Han-Saem; Yoo, Ji-Oh; Cho, Sung-Bae (2006): „A Context-Aware Music Recommendation System Using Fuzzy Bayesian Networks with Utility Theory“. In: Wang, Lipo; Jiao, Licheng; Shi, Guanming; Li, Xue; Liu, Jing (Hrsg.) Fuzzy Systems and Knowledge Discovery. Springer Berlin Heidelberg (Lecture Notes in Computer Science), S. 970–979.

Park, Hyunjung; Lee, Jeehyong (2005): „A framework of context-awareness for ubiquitous computing middlewares“. In: Fourth Annual ACIS International Conference on Computer and Information Science, 2005. S. 369–374.

Park, Jieun; Kim, Junghwan; Nam, Changi; Kim, Seongcheol (2013): „Driver’s intention to use smartphone-car connectivity“. In: Proceedings of 24th European Regional Conference of the International Telecommunication Society. Florenz.

Pascoe, Jason (1998): „Adding generic contextual capabilities to wearable computers“. In: Second International Symposium on Wearable Computers, 1998. Digest of Papers. S. 92–99.

Pêcher, Christelle; Lemerrier, Céline; Cellier, Jean-Marie (2009): „Emotions drive attention: Effects on driver’s behaviour“. In: Safety Science. 47 (9), S. 1254–1259.

Peppers, Ken; Tuunanen, Tuure; Rothenberger, Marcus A.; Chatterjee, Samir (2007): „A Design Science Research Methodology for Information Systems Research“. In: Journal of Management Information Systems. 24 (3), S. 45–77.

Perl, Alexander; Helmholtz, Patrick; Siemon, Dominik; Busse, Sebastian; Robra-Bissantz, Susanne (2014): „Situation-Oriented Ubiquitous Information Systems Innovation Process - Leveraging User Integration“. In: Avital, Michel; Leimeister, Jan Marco; Schultze, Ulrike (Hrsg.) 22st European Conference on Information Systems, ECIS 2014, Tel Aviv, Israel, June 9-11, 2014. Tel Aviv.

Peters, Lars (2003): Von Welle zu Welle: Umschalten beim Radiohören. Vistas Verlag.

Picot, Arnold (2010): „Richtungsdiskussionen in der Wirtschaftsinformatik“. In: Schmalenbachs Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung. 62 (6), S. 662–663.

Picot, Arnold; Reichwald, Ralf; Wigand, Rolf T. (2003): Die grenzenlose Unternehmung: Information, Organisation und Management : Lehrbuch zur Unternehmensführung im Informationszeitalter. Gabler.

Pierre, Samuel (2011): Next Generation Mobile Networks and Ubiquitous Computing. Idea Group Inc (IGI).

Pögel, Tobias (2014): „Connectivity map: Prädikation von Konnektivität in zellulärer Fahrzeugkommunikation“. Braunschweig: TU Braunschweig (Dissertation).

Poitrenaud, Sébastien (2003): Complexite cognitive des interactions homme-machine modélisation par la methode p. Paris; Budapest; Torino: Editions L'Harmattan.

Pretschner, Alexander; Broy, Manfred; Krüger, Ingolf H.; Stauner, Thomas (2007): „Software Engineering for Automotive Systems: A Roadmap“. In: 2007 Future of Software Engineering. Washington, DC, USA: IEEE Computer Society (FOSE '07), S. 55–71.

Pries-Heje, Jan; Baskerville, Richard; Venable, John R. (2008): „Strategies for Design Science Research Evaluation“. In: Golden, Willie; Acton, Thomas; Conboy, Kieran; Heijden, Hans van der; Tuunainen, Virpi Kristiina (Hrsg.) 16th European Conference on Information Systems, ECIS 2008, Galway, Ireland, 2008. S. 255–266.

pwc (2014): „Die Zukunft des vernetzten Autos – Marktvolumen vervierfacht sich bis 2020“. PwC. Abgerufen am 14.01.2015 von <http://www.pwc.de/de/pressemitteilungen/2014/die-zukunft-des-vernetzten-autos-marktvolumen-vervierfacht-sich-bis-2020.jhtml>.

R

Radiozentrale (2013): „ma 2013 Radio II“. Radiozentrale.de. Abgerufen am 07.08.2014 von <http://www.radiozentrale.de/studien-und-daten/radionutzung/ma-2013-radio-ii/>.

Recarte, Miguel A.; Nunes, Luis M. (2000): „Effects of verbal and spatial-imagery tasks on eye fixations while driving“. In: Journal of Experimental Psychology: Applied. 6 (1), S. 31–43.

Recarte, Miguel A.; Nunes, Luis M. (2002): „Mental load and loss of control over speed in real driving.: Towards a theory of attentional speed control“. In: Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour. 5 (2), S. 111–122.

Reddy, Sasank; Mascia, Jeff (2006): „Lifetrak: music in tune with your life“. In: Proceedings of the 1st ACM international workshop on Human-centered multimedia. New York, NY, USA: ACM (HCM '06), S. 25–34.

Reichwald, Ralf (2002): Mobile Kommunikation: Wertschöpfung, Technologien, neue Dienste. Gabler Verlag.

Reichwald, Ralf; Krcmar, Helmut; Reindl, Stefan (2007): Mobile Dienste im Auto der Zukunft. 1., Aufl. Eul.

Resa, Zurine (2010): „Towards Time-aware Contextual Music Recommendation: An Exploration of Temporal Patterns of Music Listening Using Circular Statistics“. Barcelona, Spain.

De Reuver, Mark; Haaker, Timber (2009): „Designing viable business models for context-aware mobile services“. In: Telematics and Informatics. 26 (3), S. 240–248.

- Rho, Seungmin; Han, Byeong-jun; Hwang, Eenjun (2009a):** „SVR-based music mood classification and context-based music recommendation“. In: Proceedings of the 17th ACM international conference on Multimedia. New York, NY, USA: ACM (MM '09), S. 713–716.
- Rho, Seungmin; Song, Seheon; Hwang, Eenjun; Kim, Minkoo (2009b):** „COMUS: Ontological and Rule-Based Reasoning for Music Recommendation System“. In: Theeramunkong, Thanaruk; Kijirikul, Boonserm; Cercone, Nick; Ho, Tu-Bao (Hrsg.) Advances in Knowledge Discovery and Data Mining. Springer Berlin Heidelberg (Lecture Notes in Computer Science), S. 859–866.
- Rho, Seungmin; Song, Seheon; Nam, Yunyoung; Hwang, Eenjun; Kim, Minkoo (2013):** „Implementing situation-aware and user-adaptive music recommendation service in semantic web and real-time multimedia computing environment“. In: Multimedia Tools and Applications. 65 (2), S. 259–282.
- Ricci, Francesco (2012):** „Context-aware Music Recommender Systems: Workshop Keynote Abstract“. In: Proceedings of the 21st International Conference Companion on World Wide Web. New York, NY, USA: ACM (WWW '12 Companion), S. 865–866.
- Ricci, Francesco (2014):** „Engaging Users with Situational Recommendations: Challenges and Results“. In: Proceedings of the 5th Information Interaction in Context Symposium. New York, NY, USA: ACM (IliX '14), S. 4–5.
- Ricci, Francesco; Rokach, Lior; Shapira, Bracha; Kantor, Paul B. (2010):** Recommender Systems Handbook. Auflage: 2011. New York: Springer.
- Ridder, Christa-Maria; Engel, Bernhard (2010):** „Massenkommunikation 2010: Mediennutzung im Intermediavergleich“. In: Media Perspektiven. (11), S. 523–536.
- Robra-Bissantz, Susanne (2005):** „Ubiquitous Customer Interface“. In: Wirtschaftsinformatik. 47 (1), S. 25–35.
- Rothermel, Kurt (2008):** „Kontextbezogene Systeme – die Welt im Computer modelliert“. In: Roßnagel, Alexander; Sommerlatte, Tom; Winand, Udo (Hrsg.) Digitale Visionen. Springer Berlin Heidelberg S. 31–42.
- Rothermel, Kurt; Bauer, Martin; Becker, Christian (2003):** „Digitale Weltmodelle — Grundlage kontextbezogener Systeme“. In: Mattern, Prof Dr Friedemann (Hrsg.) Total vernetzt. Springer Berlin Heidelberg (Xpert.press), S. 123–141.
- Roth, Jörg (2005):** Mobile Computing: Grundlagen, Technik, Konzepte. Auflage: 2., aktualis. Aufl. Heidelberg: dpunkt.
- Russell, James A. (1980):** „A circumplex model of affect“. In: Journal of Personality and Social Psychology. 39 (6), S. 1161–1178.
- Ryan, Nick; Pascoe, Jason; Morse, David (1997):** „Enhanced Reality Fieldwork: the Context-aware Archaeological Assistant“. In: Gaffney, V; van Leusen, M; Exxon, S (Hrsg.) Tempus Reparatum.

S

- Saarikallio, Suvi; Erkkilä, Jaakko (2007):** „The role of music in adolescents' mood regulation“. In: *Psychology of Music*. 35 (1), S. 88–109.
- Salber, Daniel; Dey, Anind K.; Abowd, Gregory D. (1998):** *Ubiquitous Computing: Defining an HCI Research - Agenda for an Emerging Interaction Paradigm*. (Technical Report Nr. GIT-GVU-98-01) Georgia Institute of Technology (GVU Technical Report).
- Sandom, Carl (2001):** „Situation awareness“. In: *People in Control: Human Factors in Control Room Design*. 1. Aufl. London: IET (Control Engineering Series), S. 51–68.
- Sarter, Nadine B.; Woods, David D. (1991):** „Situation Awareness: A Critical But Ill-Defined Phenomenon“. In: *The International Journal of Aviation Psychology*. 1 (1), S. 45–57.
- Schaub, Florian; Hipp, Markus; Kargl, Frank; Weber, Michael (2013):** „On Credibility Improvements for Automotive Navigation Systems“. In: *Personal Ubiquitous Comput.* 17 (5), S. 803–813.
- Schedl, Markus (2013):** „Ameliorating Music Recommendation: Integrating Music Content, Music Context, and User Context for Improved Music Retrieval and Recommendation“. In: *Proceedings of International Conference on Advances in Mobile Computing & Multimedia*. New York, NY, USA: ACM (MoMM '13), S. 3:3–3:9.
- Schedl, Markus; Breitschopf, Georg; Ionescu, Bogdan (2014a):** „Mobile Music Genius: Reggae at the Beach, Metal on a Friday Night?“. In: *Proceedings of International Conference on Multimedia Retrieval*. New York, NY, USA: ACM (ICMR '14), S. 507:507–507:510.
- Schedl, Markus; Flexer, Arthur (2012):** „Putting the User in the Center of Music Information Retrieval“. In: Gouyon, Fabien; Herrera, Perfecto; Martins, Luis Gustavo; Müller, Meinard (Hrsg.) *ISMIR*. FEUP Edições S. 385–390.
- Schedl, Markus; Gómez, Emilia; Urbano, Julián (2014b):** „Music Information Retrieval: Recent Developments and Applications“. In: *Found. Trends Inf. Retr.* 8 (2-3), S. 127–261.
- Schedl, Markus; Schnitzer, Dominik (2013):** „Hybrid Retrieval Approaches to Geospatial Music Recommendation“. In: *Proceedings of the 36th International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval*. New York, NY, USA: ACM (SIGIR '13), S. 793–796.
- Schedl, Markus; Schnitzer, Dominik (2014):** „Location-Aware Music Artist Recommendation“. In: Gurrin, Cathal; Hopfgartner, Frank; Hurst, Wolfgang; Johansen, Håvard; Lee, Hyowon; O'Connor, Noel (Hrsg.) *MultiMedia Modeling*. Springer International Publishing (Lecture Notes in Computer Science), S. 205–213.
- Scheirer, Eric D. (1998):** „Tempo and beat analysis of acoustic musical signals“. In: *The Journal of the Acoustical Society of America*. 103 (1), S. 588–601.
- Schilit, Bill N.; Adams, Norman; Want, Roy (1994):** „Context-Aware Computing Applications“. In: *Proceedings of the 1994 First Workshop on Mobile Computing Systems and Applications*. Washington, DC, USA: IEEE Computer Society (WMCSA '94), S. 85–90.

- Schilit, Bill N.; Theimer, Marvin M. (1994):** „Disseminating Active Map Information to Mobile Hosts“. In: Netw. Mag. of Global Internetwkg. 8 (5), S. 22–32.
- Schiller, Jochen; Voisard, Agnès (2004):** Location-Based Services. Elsevier.
- Schlachtbauer, Tobias; Hoffmann, Holger; Pühler, Maximilian; Schermann, Michael; Krcmar, Helmut (2010):** „Qualitative Bewertung von Automotive Services durch Simulation.“. In: Bick, Markus; Eulgem, Stefan; Fleisch, Elgar; Hampe, J. Felix; König-Ries, Birgitta; Lehner, Franz; Pousttchi, Key; Rannenber, Kai (Hrsg.) MMS. GI (LNI), S. 29–42.
- Schmidt, A; Van Laerhoven, K. (2001):** „How to build smart appliances?“. In: IEEE Personal Communications. 8 (4), S. 66–71.
- Schmidt, Albrecht (2010):** „Ubiquitous Computing: Are We There Yet?“. In: Computer. 43 (2), S. 95–97.
- Schmidt, Albrecht; Beigl, Michael; Gellersen, Hans-w (1998):** „There is more to Context than Location“. In: Computers and Graphics. 23 , S. 893–901.
- Schmidt, Albrecht; Paradiso, Joseph; Noble, Brian (2011):** „Automotive pervasive computing“. In: IEEE Pervasive Computing. 10 (3), S. 12–13.
- Schmidt, Andreas (2004):** „Kontext-Middleware zur Verwaltung dynamischer und unvollkommener Kontextinformationen.“. In: S. 97–103.
- Schönfelder, Stefan; Axhausen, Kay (2001):** „Mobidrive - Längsschnitterhebungen zum individuellen Verkehrsverhalten: Perspektiven für raum-zeitliche Analysen“. ETH, IVT Institut für Verkehrsplanung, Transporttechnik, Strassen- und Eisenbahnbau.
- Schopf, Josef M. (2001):** „Mobilität & Verkehr - Begriffe im Wandel“. In: Verkehr und Mobilität. Wien (Wissenschaft & Umwelt INTERDISZIPLINÄR 3), S. 3–11.
- Schramm, Holger (2008):** Musik im Radio: Rahmenbedingungen, Konzeption, Gestaltung. 2008. Aufl. VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Schwartz, Eva-Maria (2011):** „Nutzung von Recommender-Systemen und kollektiver Intelligenz in Business-on-demand“. Dresden: TU Dresden.
- Scoble, Robert; Israel, Shel (2013):** Age of Context: Mobile, Sensors, Data and the Future of Privacy. 1 edition. North Charleston: CreateSpace Independent Publishing Platform.
- Seppänen, Jarno; Huopaniemi, Jyri (2008):** „Interactive and context-aware mobile music experiences“. In: Proceedings of the 11th Int. Conference on Digital Audio Effects. Espoo.
- Shek, Vivian; Schubert, Emery (2009):** „Background Music at Work – A literature review and some hypotheses“. In: Proceedings of the 2nd International Conference on Music Communication Science (ICoMCS2). Sydney S. 87–91.
- Shiraishi, Shin'ichi (2013):** „Lightweight Quality Assurance Framework for Third Party Applications of IVI Systems“. In: Proceedings of the 2013 ACM Workshop on Mobile Development Lifecycle. New York, NY, USA: ACM (MobileDeLi '13), S. 3–8.
- Siau, Keng; Lim, Ee-Peng; Shen, Zixing (2001):** „Mobile Commerce: Promises, Challenges and Research Agenda“. In: Journal of Database Management. 12 (3), S. 4–13.

- Sigg, Stephan (2008):** Development of a Novel Context Prediction Algorithm and Analysis of Context Prediction Schemes. Kassel: Kassel University Press GmbH.
- Silberer, Günter; Wohlfahrt, Jens; Wilhelm, Thorsten (2002):** Mobile Commerce. Springer-Verlag.
- Simmons, Reid; Browning, Brett; Zhang, Yilu; Sadekar, Varsha (2006):** „Learning to Predict Driver Route and Destination Intent“. In: IEEE S. 127–132.
- Skillen, Kerry-Louise; Chen, Liming; Nugent, Chris D.; Donnelly, Mark P.; Burns, William; Solheim, Ivar (2012):** „Ontological User Profile Modeling for Context-Aware Application Personalization“. In: Bravo, José; López-de-Ipiña, Diego; Moya, Francisco (Hrsg.) Ubiquitous Computing and Ambient Intelligence. Springer Berlin Heidelberg (Lecture Notes in Computer Science), S. 261–268.
- Sloboda, John A.; O'Neill, Susan A. (2001):** „Emotions in everyday listening to music“. In: Music and emotion: Theory and research. S. 415–429.
- Sommer, Robert (1969):** Personal Space. The Behavioral Basis of Design. New York: Prentice-Hall.
- Song, MoonBae; Marreiros, Goreti; Ko, Hoon; Choi, Jae-Ho (2012):** „Context-Enriched and Location-Aware Services“. In: Journal of Computer Networks and Communications. 2012 , S. e649584.
- Song, Seheon; Kim, Minkoo; Rho, Seungmin; Hwang, Eenjun (2009):** „Music Ontology for Mood and Situation Reasoning to Support Music Retrieval and Recommendation“. In: Third International Conference on Digital Society, 2009. ICDS '09. S. 304–309.
- Sonnenberg, Jan (2010):** „Service and user interface transfer from nomadic devices to car infotainment systems“. In: Proceedings of the 2nd International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications. New York, NY, USA: ACM (AutomotiveUI '10), S. 162–165.
- Soylu, Ahmet; De Causmaecker, Patrick; Desmet, Piet (2009):** „Context and Adaptivity in Pervasive Computing Environments: Links with Software Engineering and Ontological Engineering“. In: Journal of Software. 4 (9), S. 992–1013.
- Spiekermann, Sarah (2004):** „General Aspects of Location-Based Services“. In: Location-Based Services. Elsevier S. 9–26.
- Statista (2014a):** „Die größten Musik-Streaming Seiten 2014“. Statista. Abgerufen am 27.10.2014 von <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/221795/umfrage/die-groessten-kostenpflichtigen-musik-streaming-dienste/>.
- Statista (2011a):** „Nutzungshäufigkeit Pkw-Navigationssysteme“. Statista. Abgerufen am 07.01.2014 von <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/180738/umfrage/nutzungshaeufigkeit-von-pkw-navigationssystemen-in-deutschland/>.

- Statista (2014b):** „Radio hören: tägliche Nutzungsdauer 2014 | Statistik“. Statista. Abgerufen am 03.10.2014 von <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/4554/umfrage/radiohoeren-taegliche-dauer-seit-1995/>.
- Statista (2012):** „Radionutzung - Wege im Jahr 2012 | Umfrage“. Statista. Abgerufen am 06.10.2014 von <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/208887/umfrage/wege-der-radionutzung/>.
- Statista (2011b):** „Situationen der Radionutzung bis 2011 | Umfrage“. Statista. Abgerufen am 06.10.2014 von <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/208895/umfrage/situationen-der-radionutzung-jahresvergleich/>.
- Statista (2014c):** „Themenseite: Mediennutzung in Deutschland“. de.statista.com. Abgerufen am 15.10.2014 von <http://de.statista.com/themen/101/medien/>.
- Steiman, Daniel (2014):** „Context-Awareness in Multiagentensimulationen auf Basis von Complex Event Processing“. In: Plödereder, Erhard; Grunske, Lars; Schneider, Eric; Ull, Dominik (Hrsg.) 44. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik, Informatik 2014, Big Data - Komplexität meistern, 22.-26. September 2014 in Stuttgart, Deutschland. GI (LNI), S. 2365–2375.
- Stutts, Jane; Feaganes, John; Rodgman, Eric; Hamlett, Charles; Meadows, Thomas; Reinfurt, Donald; Gish, Kenneth; Mercadante, Michael; Staplin, Loren (2003):** Distractions in everyday driving. Washington, DC, USA: AAA Foundation for Traffic Safety.
- Su, Ja-Hwung; Yeh, Hsin-Ho; Yu, P.S.; Tseng, V.S. (2010):** „Music Recommendation Using Content and Context Information Mining“. In: IEEE Intelligent Systems. 25 (1), S. 16–26.
- Sweller, John (1988):** „Cognitive load during problem solving: Effects on learning“. In: Cognitive Science. 12 (2), S. 257–285.
- Sweller, John; van Merriënboer, Jeroen J. G.; Paas, Fred G. W. C. (1998):** „Cognitive Architecture and Instructional Design“. In: Educational Psychology Review. 10 (3), S. 251–296.

T

- Tanaka, Kohei; Kishino, Yasue; Terada, Tsutomu; Nishio, Shojiro (2009):** „A Destination Prediction Method Using Driving Contexts and Trajectory for Car Navigation Systems“. In: Proceedings of the 2009 ACM Symposium on Applied Computing. New York, NY, USA: ACM (SAC '09), S. 190–195.
- Tatli, İpek; Birtürk, Aysenur (2011):** „A Tag-Based Hybrid Music Recommendation System Using Semantic Relations and Multi-domain Information“. In: 2011 IEEE 11th International Conference on Data Mining Workshops (ICDMW). S. 548–554.
- Tatli, İpek; Birtürk, Aysenur (2011):** „Using semantic relations in context-based music recommendations“. In: Workshop on Music Recommendation and Discovery (WOMRAD). S. 14–17.
- Teng, Yuan-Ching; Kuo, Ying-Shu; Yang, Yi-Hsuan (2013):** „A large in-situ dataset for context-aware music recommendation on smartphones“. In: 2013 IEEE International Conference on Multimedia and Expo Workshops (ICMEW). S. 1–4.

The Echo Nest (2015): „The Echo Nest: We know music“. Abgerufen am 07.01.2014 von <http://the.echonest.com/>.

Thomes, Tim P. (2011): An Economic Analysis of Online Streaming: How the Music Industry Can Generate Revenues from Cloud Computing. (Discussion Paper Nr. 11-039) Rochester, NY (ZEW Discussion Papers).

Timpf, Sabine (2008): „Location-based Services – Personalisierung mobiler Dienste durch Verortung“. In: Informatik-Spektrum. 31 (1), S. 70–74.

Totzke, Ingo; Rauch, Nadja; Ufer, Eric; Krüger, Hans-Peter; Rothe, Siegfried (2008): „Workload-Management im Verkehr: Prädiktion von Fahrerbeanspruchung durch Informationen in digitalen Karten“. In: Schade, Jens; Engeln, Arnd (Hrsg.) Fortschritte der Verkehrspsychologie. VS Verlag für Sozialwissenschaften S. 159–182.

U

Ünal, Ayça B.; Platteel, Samantha; Steg, Linda; Epstude, Kai (2013a): „Blocking-out auditory distracters while driving: A cognitive strategy to reduce task-demands on the road“. In: Accident Analysis & Prevention. 50 , S. 934–942.

Ünal, Ayça B.; Steg, Linda; Epstude, Kai (2012): „The influence of music on mental effort and driving performance“. In: Accident; analysis and prevention. 48 , S. 271–278.

Ünal, Ayça B.; de Waard, Dick; Epstude, Kai; Steg, Linda (2013b): „Driving with music: Effects on arousal and performance“. In: Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour. 21 , S. 52–65.

V

Venable, John; Pries-Heje, Jan; Baskerville, Richard (2012): „A Comprehensive Framework for Evaluation in Design Science Research“. In: Peffers, Ken; Rothenberger, Marcus; Kuechler, Bill (Hrsg.) Design Science Research in Information Systems. Advances in Theory and Practice. Springer Berlin Heidelberg (Lecture Notes in Computer Science), S. 423–438.

Verkasalo, Hannu (2009): „Contextual patterns in mobile service usage“. In: Personal and Ubiquitous Computing. 13 (5), S. 331–342.

Viglienconi, Gabriel; Fujinaga, Ichiro (2014): „Identifying Time Zones in a Large Dataset of Music Listening Logs“. In: Proceedings of the First International Workshop on Social Media Retrieval and Analysis. New York, NY, USA: ACM (SoMeRA '14), S. 27–32.

Viterbo, Jose (2012): Decentralized Reasoning in Ambient Intelligence. 2012. Aufl. London ; New York: Springer.

W

Wang, Edward Yung-nian; Wang, Eric Min-yang (2012): „In-car sound analysis and driving speed estimation using sounds with different frequencies as cues“. In: International Journal of Industrial Ergonomics. 42 (1), S. 34–40.

- Wang, Jun; Reinders, Marcel J.; Pouwelse, Johan; Lagendijk, Reginald L. (2005):** „Wi-fi walkman: a wireless handheld that shares and recommends music on peer-to-peer networks“. In: Proc. SPIE 5683, Embedded Processors for Multimedia and Communications II. S. 155–163.
- Wang, Xinxu; Rosenblum, David; Wang, Ye (2012a):** „Context-aware Mobile Music Recommendation for Daily Activities“. In: Proceedings of the 20th ACM International Conference on Multimedia. New York, NY, USA: ACM (MM '12), S. 99–108.
- Wang, Xinxu; Wang, Ye; Rosenblum, David (2012b):** „A daily, activity-aware, mobile music recommender system“. In: Proceedings of the 20th ACM international conference on Multimedia. New York, NY, USA: ACM (MM '12), S. 1313–1314.
- Wang, Yi-Shun; Lin, Hsin-Hui; Luarn, Pin (2006):** „Predicting consumer intention to use mobile service“. In: Information Systems Journal. 16 (2), S. 157–179.
- Webster, Jane; Watson, Richard T. (2002):** „Analyzing the Past to Prepare for the Future: Writing a Literature Review“. In: MISQ. 26 (2), S. 13–23.
- Weiser, Mark (1993):** „Hot topics-ubiquitous computing“. In: Computer. 26 (10), S. 71–72.
- Weiser, Mark (1991):** „The Computer for the 21st Century“. In: Scientific American. 265 (3), S. 66–75.
- Wheeler, Barbara L. (1985):** „Relationship of Personal Characteristics to Mood and Enjoyment after Hearing Live and Recorded Music and to Musical Taste“. In: Psychology of Music. 13 (2), S. 81–92.
- Wieczorkowska, Alicja; Synak, Piotr; Raś, Zbigniew W. (2006):** „Multi-Label Classification of Emotions in Music“. In: Kłopotek, Mieczysław A.; Wierzchoń, Sławomir T.; Trojanowski, Krzysztof (Hrsg.) Intelligent Information Processing and Web Mining. Springer Berlin Heidelberg (Advances in Soft Computing), S. 307–315.
- Wiesenthal, David L.; Hennessy, Dwight A. (2003):** „The influence of music on mild driver aggression“. In: Transportation Research Part F: Psychology and Behaviour. 6 , S. 125–134.
- Wiesenthal, David L.; Hennessy, Dwight A.; Totten, Brad (2000):** „The Influence of Music on Driver Stress“. In: Journal of Applied Social Psychology. 30 (8), S. 1709–1719.
- Wijnalda, Gertjan; Pauws, Steffen; Vignoli, Fabio; Stuckenschmidt, Heiner (2005):** „A Personalized Music System for Motivation in Sport Performance“. In: IEEE Pervasive Computing. 4 (3), S. 26–32.
- Windows (2015):** „Windows Embedded Automotive“. Abgerufen am von <https://www.microsoft.com/windowseembedded/de-de/windows-embedded-automotive-7.aspx>.
- Winter, Robert (2008):** „Design science research in Europe“. In: European Journal of Information Systems. 17 (5), S. 470–475.

Wolf, Hagen; Zöllner, Rolf M.; Bubb, Heiner (2006): „Ergonomischer Lösungsansatz für die gleichzeitige Rückmeldung mehrerer Fahrerassistenzsysteme an den Fahrer“. In: Proceedings of 2. Tagung Aktive Sicherheit durch Fahrerassistenz. München.

X

Xue, Guangtao; Li, Zhongwei; Zhu, Hongzi; Liu, Yunhuai (2009): „Traffic-Known Urban Vehicular Route Prediction Based on Partial Mobility Patterns“. In: Proceedings of the 2009 15th International Conference on Parallel and Distributed Systems. Washington, DC, USA: IEEE Computer Society (ICPADS '09), S. 369–375.

Y

Yang, Meng; Wang, Jianqiao; Xia, Yuqi; Yang, Fan; Zhang, Xuemin (2014): „Effects of Music's Emotional Styles and Tempo on Driving Behavior and Eye Movement: A Driving Simulation Study“. In: Sun, Fuchun; Hu, Dewen; Liu, Huaping (Hrsg.) Foundations and Practical Applications of Cognitive Systems and Information Processing. Springer Berlin Heidelberg (Advances in Intelligent Systems and Computing), S. 565–576.

Yokoyama, Mayu; Oguri, Koji; Miyaji, Masahiro (2008): „Effect of Sound Pressure Levels of Music on Driver's Drowsiness“. In: Proceedings of 15th World Congress on Intelligent Transport Systems and ITS America's 2008 Annual Meeting.

Z

Zängler, Thomas W. (2000): Mikroanalyse Des Mobilitätsverhaltens in Alltag und Freizeit. Springer Berlin Heidelberg.

Zauner, Andreas; Hoffmann, Holger; Leimeister, Jan; Krcmar, Helmut (2010): „Automotive Software and Service Engineering (ASSE) – an exploration of challenges and trends from industry experts' points of view“. In: Schumann, Matthias; Kolbe, Lutz; Breitner, Michael (Hrsg.) Göttinger Staats- und Universitätsbibliothek.

Zentner, Marcel (2008): „Geneva Emotional Music Scale (GEMS-9) - Scale and Instructions“.

Zentner, Marcel; Grandjean, Didier; Scherer, Klaus R. (2008): „Emotions evoked by the sound of music: Characterization, classification, and measurement“. In: Emotion. 8 (4), S. 494–521.

Zimmermann, Andreas; Lorenz, Andreas; Oppermann, Reinhard (2007): „An Operational Definition of Context“. In: Kokinov, Boicho; Richardson, Daniel C.; Roth-Berghofer, Thomas R.; Vieu, Laure (Hrsg.) Modeling and Using Context. Springer Berlin Heidelberg (Lecture Notes in Computer Science), S. 558–571.

Zobel, Jörg (2001): Mobile Business und M-Commerce - Die Märkte der Zukunft erobern. München; Wien: Hanser Fachbuch.

Van der Zwaag, Marjolein D.; Dijksterhuis, Chris; de Waard, Dick; Mulder, Ben L.J.M.; Westerink, Joyce H.D.M.; Brookhuis, Karel A. (2012): „The influence of music on mood and performance while driving“. In: Ergonomics. 55 (1), S. 12–22.

Van der Zwaag, Marjolein D.; Janssen, Joris H.; Nass, Clifford; Westerink, Joyce H.D.M.; Chowdhury, Shrestha; de Waard, Dick (2013a): „Using music to change mood while driving“. In: *Ergonomics*. 56 (10), S. 1504–1514.

Van der Zwaag, Marjolein D.; Janssen, Joris H.; Westerink, Joyce H. D. M. (2013b): „Directing Physiology and Mood through Music: Validation of an Affective Music Player“. In: *IEEE Transactions on Affective Computing*. 4 (1), S. 57–68.

VI Anhang

A 1 Umfrage: Nutzung von Radiodiensten

Im Zeitraum der Onlinebefragung von ca. 2 Monaten (Ende Juli bis Ende September 2012) wurden insgesamt 173 Datensätze gesammelt. Davon wurden 153 vollständige Datensätze zur Auswertung herangezogen. 66 Prozent der Umfrageteilnehmer sind männlich und 34 Prozent weiblich.

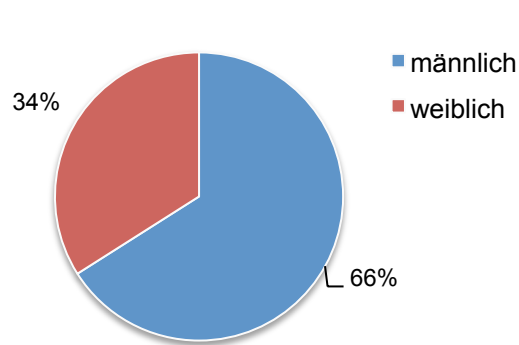


Abbildung 84: Geschlechterverteilung der Radiostudie

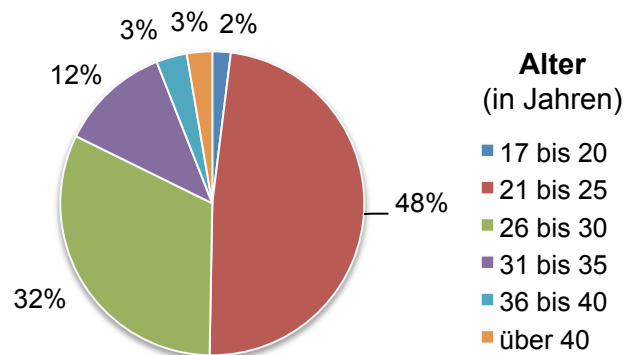


Abbildung 85: Altersverteilung der Radiostudie

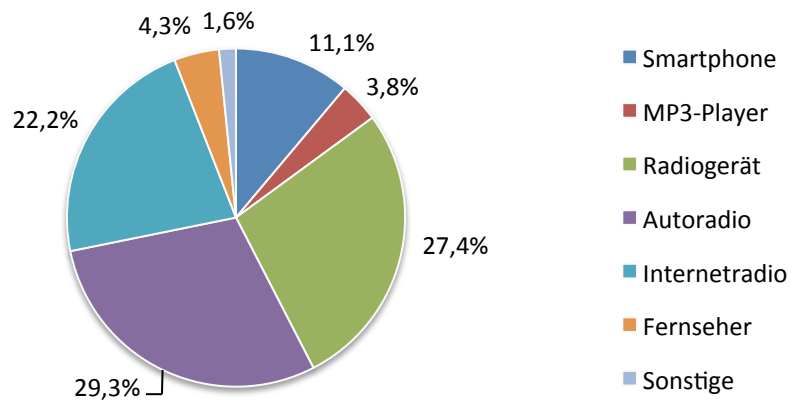
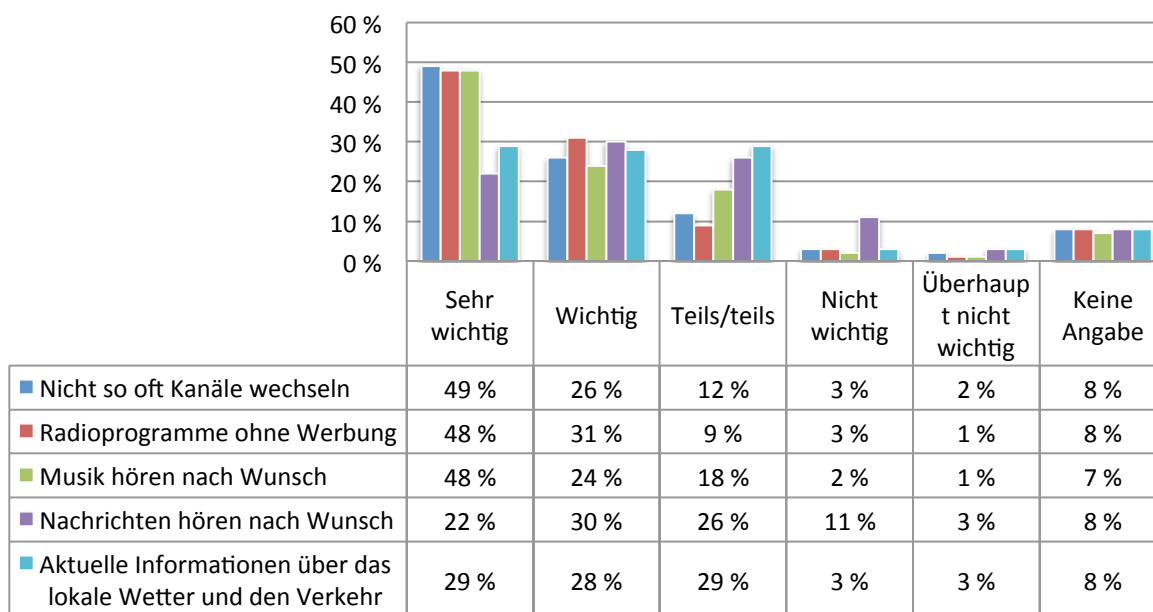


Abbildung 86: Medium zum Empfang
(n=153)

*Tabelle 26: Wichtigkeit von Aktionen/Funktionen bei der Fahrt
(n=153)*



*Tabelle 27: Radionutzung zu Hause und im Auto nach Geschlecht
(n=153)*

Dauer \ Ort	Zu Hause		Im Auto	
	weiblich	männlich	weiblich	männlich
nie	8,6%	38,5%	8,6%	18,5%
weniger als 15 Minuten	22,9%	23,1%	14,3%	30,8%
15-29 Minuten	25,7%	13,8%	34,3%	24,6%
30-59 Minuten	11,4%	12,3%	14,3%	10,8%
ca. 1-2 Stunde	14,3%	6,2%	14,3%	7,7%
über 2 Stunde	14,3%	6,2%	2,9%	1,5%
keine Angabe	2,9%	0,0%	11,4%	6,2%

A 2 Umfrage: Ortsbezogene Dienste im Fahrzeug

Im Zeitraum der Onlinebefragung im Oktober 2011 wurden insgesamt 201 Datensätze gesammelt. Davon wurden 185 vollständige Datensätze zur Auswertung herangezogen. Etwa 82 Prozent der Umfrageteilnehmer sind männlich und 18 Prozent weiblich.

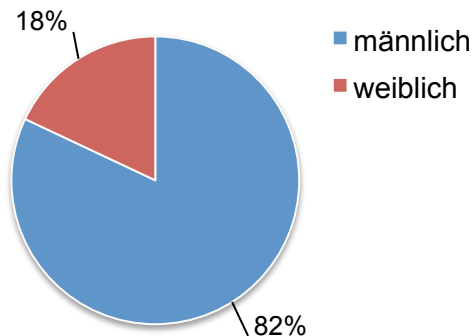


Abbildung 87: Geschlechterverteilung der Studie zu LBS im Fahrzeug

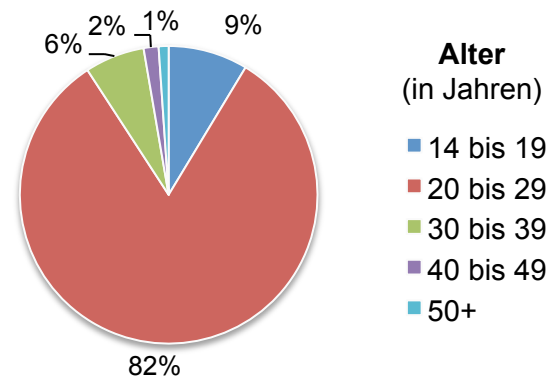


Abbildung 88: Altersverteilung der Studie zu LBS im Fahrzeug

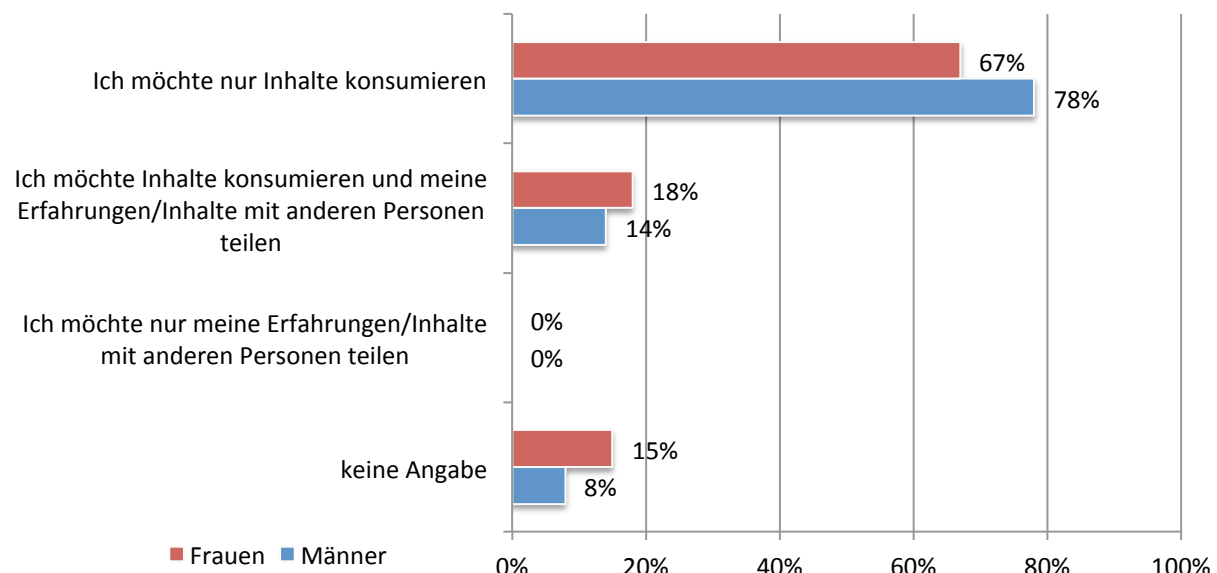


Abbildung 89: Ortsbezogene Informationen im Fahrzeug nach Geschlecht (n=185)

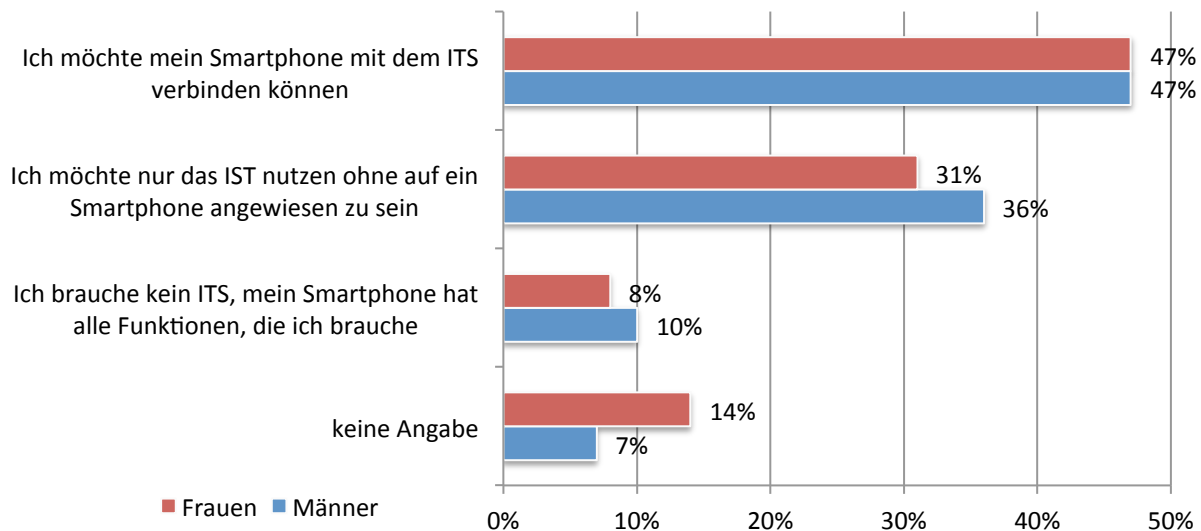


Abbildung 90: Vernetztes Infotainment nach Geschlecht
(n=185)

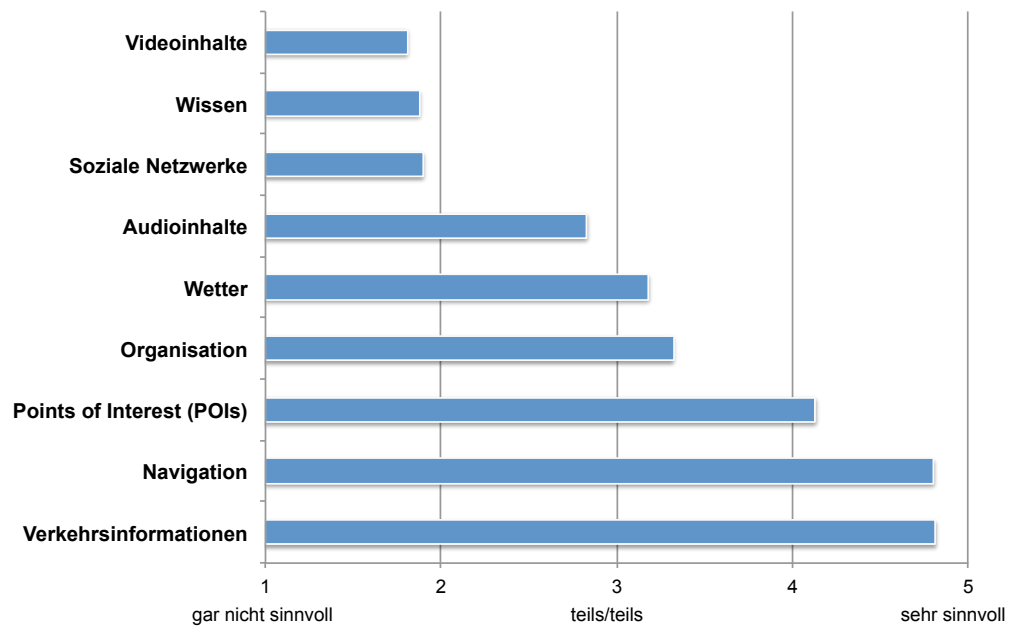


Abbildung 91: Relevanz von LBS im Fahrzeug
(n=185; Abbildung über Mittelwerte)

A 3 Erläuterung der angewandten Hausdorffmetrik

Die allgemeine Hausdorff-Metrik beschreibt ein Verfahren, mit dem sowohl Muster als auch Fehler erkannt werden können und findet in zahlreichen Anwendungsbereichen Einsatz, wie z.B. in der Bildverarbeitung und in der Spracherkennung. Im vorliegenden Fall soll eine Hausdorff-Metrik jedoch dazu eingesetzt werden, um wiederholte Trips zu identifizieren, damit die Tripfrequenz als Parameter bei der Prädiktion des Informationshorizonts verwendet werden kann.

Die Identifikation wiederholter Trips wird unter anderem anhand ihrer gegenseitigen topologischen Ähnlichkeit vorgenommen. Zwei Trips gelten als topologisch ähnlich, wenn sie ein bestimmtes Kongruenzkriterium erfüllen, das durch die allgemeine Hausdorff-Metrik ermittelt wird. Wie in Abbildung 92 zu sehen, iteriert die Hausdorff-Metrik über die Knoten (Positionsmeldungen) zweier Trips A und B. Dabei wird für jeden Knoten von Trip A der minimale Abstand zu der nächsten Kante von Trip B berechnet und umgekehrt. Der durch die Metrik ermittelte Wert ist das Maximum dieser minimalen Abstände und wird als Hausdorff-Distanz bezeichnet. Die Hausdorff-Distanz im vorliegenden Beispiel beträgt 50 Meter. Aufgrund von (sehr seltenen) Ausreißern bei der Positionsmessung wird für die vorliegende Problemstellung eine Hausdorff-Distanz von 50 Metern als Kongruenzkriterium festgelegt.

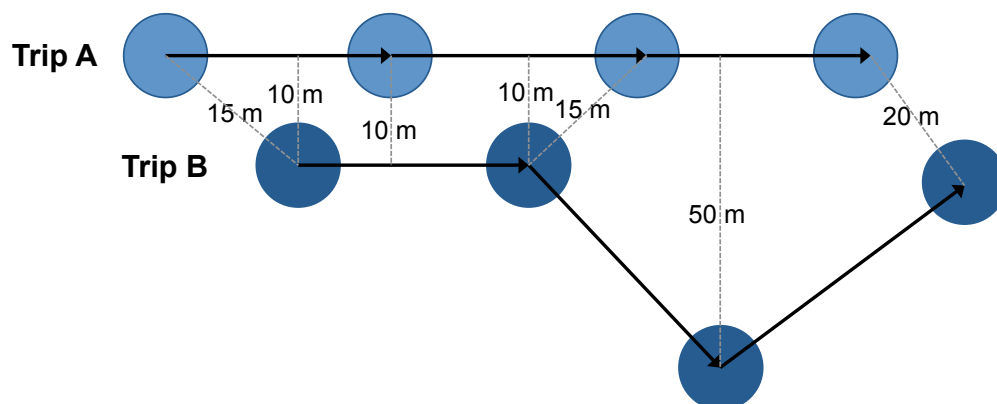


Abbildung 92: Hausdorff-Metrik zur Identifikation topologisch ähnlicher Trips

A 4 Ausgewählte Prototypen von CAMRS

Tabelle 28: Gegenüberstellung verschiedener Prototypen von CAMRS

Prototyp	Anwendungsgebiet	Kontexttypen	Kontextdatenakquise	Feedback	Musikinformationsdienst	Musikquelle
Context-Player ¹¹⁰	Alltag	Bewegung, Ort, Audio, Zeit	implizit	implizit	keine Angabe (extern)	lokale Musiksammlung
Mobile-Music-Genius ¹¹¹	Alltag	Bewegung, Ort, Audio, Licht, Temperatur, Wetter, Zeit, Netzwerkaktivität, Aktivität, Stimmung	implizit + explizit	implizit	Last.fm (extern)	lokale Musiksammlung
InCar-Music ¹¹²	Fahrzeug	Fahrstil, Straßentyp, Landschaft, Müdigkeit, Verkehrsdichte, Stimmung, Wetter, Tagesabschnitt	explizit	explizit	Musicload (extern)	Musicload
Musical-Heart ¹¹³	Sportliche Aktivitäten	Bewegung, Ort, Herzfrequenz	implizit	implizit (Biofeedback)	EchoNest (extern)	Musikstreamingdienst + lokale Musiksammlung
Nach Wang et al. ¹¹⁴	Alltag	Bewegung, Zeit, Audio	implizit + explizit	implizit	intern	Musik-Streaming-Dienst
Improvise ¹¹⁵	Alltag	Aktivität, Stimmung	implizit + explizit	keine Angabe.	EchoNest (extern)	nicht vorhanden
Lifetrak ¹¹⁶	Alltag	Ort, Zeit, Geschwindigkeit, Umgebungsgereusche, Wetter	implizit	keine Angabe	keine Angabe	lokale Musiksammlung

¹¹⁰ Siehe [Okada et al. 2013].

¹¹¹ Siehe [Schedl et al. 2014a].

¹¹² Siehe [Baltrunas et al. 2011a].

¹¹³ Siehe [Nirjon et al. 2012].

¹¹⁴ Siehe [Wang et al. 2012b].

¹¹⁵ Siehe [Dias et al. 2014].

¹¹⁶ Siehe [Reddy & Mascia 2006].

A 5 Sekundärstudien zur Wirkung von Musik bei der Autofahrt

Tabelle 29: Übersicht über Realfahrtstudien

Forschung	Messungen	Ergebnis
[Brown 1965]	Fahrdaten	Verlängerung Fahrdauer
[Brodsky & Kizner 2012]	Fahrdaten, Befragung	Veränderung des Wohlbefindens
[Brodsky & Slor 2013]	Fahrdaten	Selbstgewählte Musik führt zu risikoreicherer Fahrweise und schwereren Verstößen
[Konz & Mcdougal 1968]	Fahrdaten	Musik führte zu schnellerer Geschwindigkeit
[Lehtonen et al. 2013]	Eye-Tracking	Erhöhte Belastung führt zu weniger vorausschauender Fahrweise
[Recarte & Nunes 2002]	Fahrdaten	Fahrer wählten subjektiv angemessene Geschwindigkeit

Tabelle 30: Übersicht über Simulatorstudien

Forscher/Jahr	Messungen	Ergebnis
[Brodsky 2001]	Herzschlag, Fahrdaten	Kein Effekt auf Herzschlag, höheres Musiktempo, höhere Geschwindigkeit und Fehleranfälligkeit
[Cassidy & MacDonald 2009]	Befragung	Selbst gewählte Musik führte zu höherer Konzentration, geringerer Belastung und Angst
[Cassidy & MacDonald 2010]	Befragung nach Zeitempfinden	Selbst gewählte Musik führt zu stärker abweichender Zeiteinschätzung
[Hughes et al. 2013]	Fahrdaten und Befragung	Musik verbesserte Fahrleistung, Mitsingen erhöhte subjektive Belastung und Geschwindigkeitsschwankungen
[McKenzie 2004]	Fahrdaten	Keine Auswirkungen von Tempo oder Lautstärke auf Fahrleistung

[Min et al. 2013]	Fahrdaten, Hautleitwert	Erhöhte Beanspruchung durch zusätzlich Aufgaben
[Pêcher et al. 2009]	Fahrdaten	Unterschiedlich emotionale Musik führte zu variierenden Geschwindigkeiten
[Ünal et al. 2012]	Fahrdaten, subjektive Bewertung	Musik hatte keinen Einfluss auf Fahreigenschaften, subjektive Belastung höher mit Musik
[Ünal et al. 2013a]	Fahrdaten, subjektive Bewertung	Kein Einfluss auf die Fahreigenschaften, komplexe Fahraufgabe führte zu geringerer Aufnahmefähigkeit
[Ünal et al. 2013b]	Fahrdaten, subjektive Bewertung, Herzrate	Konzentriertere Fahrt bei Musik, kein Einfluss Herzrate
[Wang & Wang 2012]	Fahrdaten und subjektive Empfindung	Höhere Töne führten zu besserer Geschwindigkeitseinschätzung
[Yang et al. 2014]	Fahrdaten und Eyetracking	Schnellere Musik führte zu höherer Fehlerhäufigkeit und Fixierungsdauer
[Yokoyama et al. 2008]	Hirntätigkeit, subjektive Müdigkeit	Laute Musik verhindert Müdigkeit
[van der Zwaag et al. 2012]	Subjektive Bewertung, Herzrate, Atmung	Musik konnte Stimmung und Atmung beeinflussen, kein Einfluss auf Herzrate
[van der Zwaag et al. 2013a]	Subjektive Bewertung, Hautleitwert, Gesichtsmuskelspannung	Kein subjektiver Unterschied, signifikanter Unterschied in Hautleitwerten und Gesichtsspannung
[van der Zwaag et al. 2013b]	Subjektive Bewertung, Hautleitwert	Keine subjektive Belastung, Einfluss der eingespielten Musik auf den Hautleitwert konnte festgestellt werden

A 6 Fahrstudie: Einfluss von Musik auf die Fahrleistung

An Vorbefragung der Fahrstudie nahmen 35 Personen teil und die Fahrstudie selbst wurde von 40 Personen absolviert.

1. Vorbefragung

Tabelle 31: Demographische Daten der Vorbefragung

Deskriptive Statistik				
	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standard-abweichung
Alter	21	33	25,34	3,152
Wie lange besitzen Sie Ihren Führerschein?	0	15	7,00	3,963
Besitzen Sie ein eigenes Fahrzeug?	1	2	1,69	,471
	Weiblich	Männlich	Gesamt	
Geschlecht	13 (37,1 %)	22 (62,9 %)	35 (100 %)	

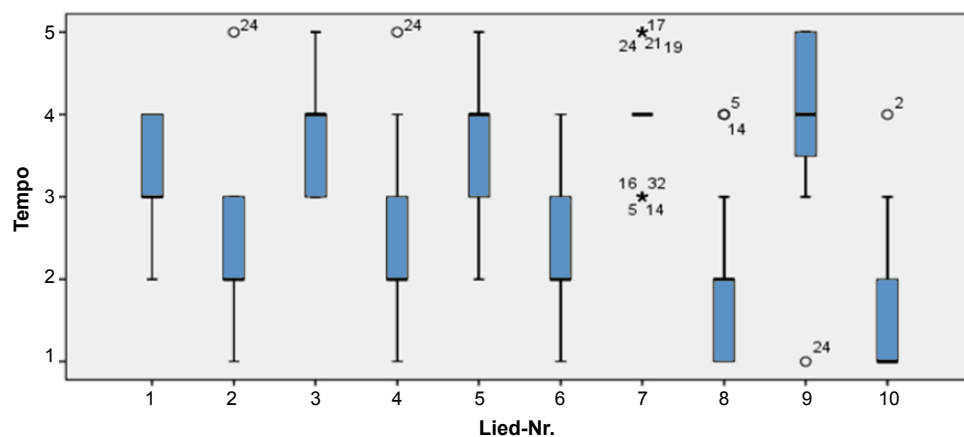


Abbildung 93: Bewertung des subjektiven Tempos

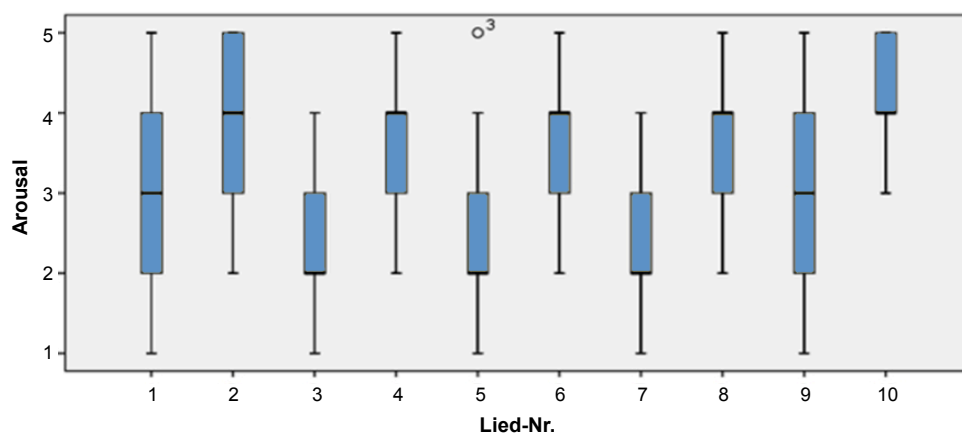


Abbildung 94: Bewertung der subjektiven Aktivierung (Arousal)

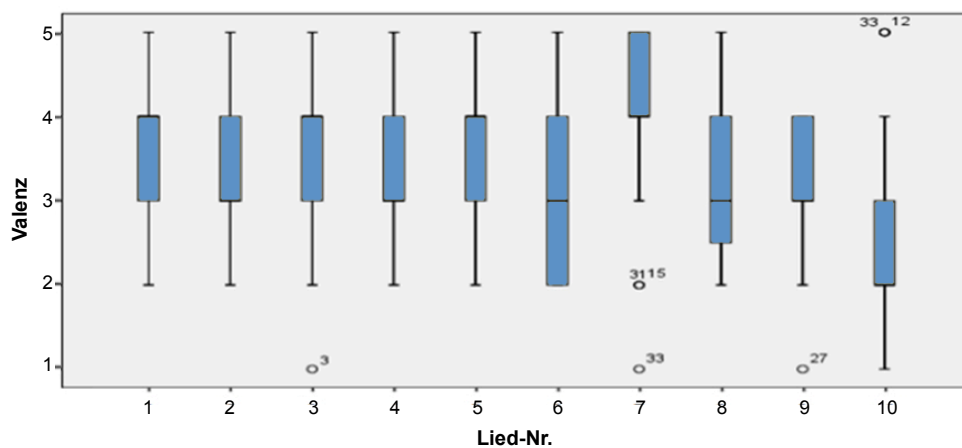


Abbildung 95: Bewertung der subjektiven Ladung (Valenz)

Tabelle 32: Überblick über objektive und subjektive Bewertung der Lieder

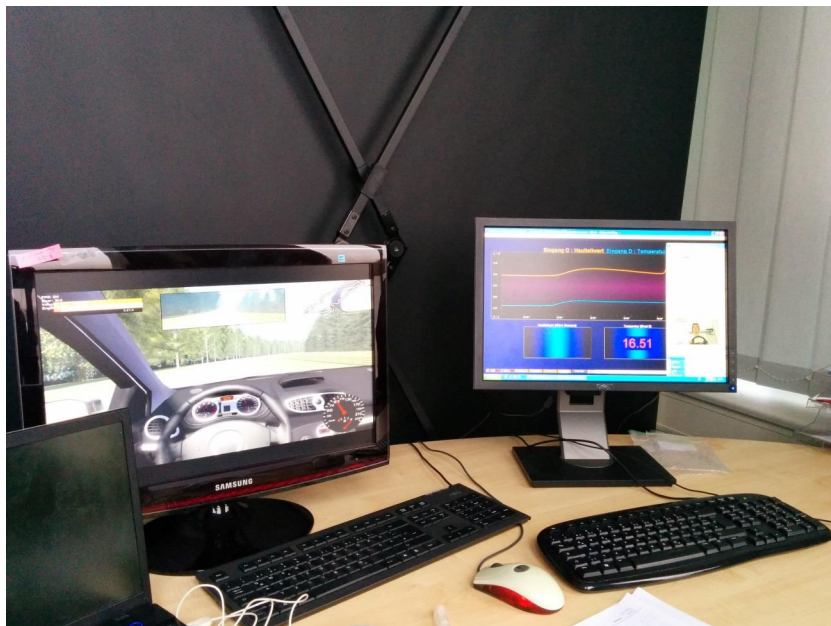
Titel	Interpret	Objektiv	Subjektiv			
		BPM	Gefallen	Geschwin- schwin- digkeit	Arousal/ Aktivierung ¹	Valenz/ Ladung
1. So oder so	Bosse	92,09	M= 3,46 SD=1,197	M=3,23, SD=0,646	M=3,03 (1,97), SD=1,014	M=3,77, SD=0,770
2. Lieder	Adel Tawil	92,09	M=3,09, SD=1,292	M=2,26, SD=0,817	M=3,94 (0,96), SD=0,906	M=3,23, SD=0,843
3. Alles Neu	Peter Fox	134,64	M=3,46, SD=1,4	M=3,77, SD=0,646	M=2,46 (2,54), SD=0,886	M=3,69, SD=0,963
4. Haus am See	Peter Fox	123,67	M=3,51, SD=1,222	M=2,4, SD=0,946	M=3,77(1,33), SD=0,877	M=3,6, SD=0,914
5. Don't Stop me Now	Queen	156,18	M=3,57, SD=1,243	M=3,83, SD=0,822	M=2,31 (2,69), SD=0,993	M=3,86, SD=0,845
6. It's a hard life	Queen	83,70	M=3,0, SD=1,138	M=2,37, SD=0,808	M=3,8 (1,2), SD=0,833	M=3,06, SD=0,938
7. Timber	Pitbull (feat Ke\$ha)	130,01	M=3,4, SD=1,418	M=3,91, SD=0,445	M=2,2 (2,8), SD=0,901	M=3,97, SD=0,985
8. Royals	Lorde	85,02	M=3,17, SD=1,403	M=1,89, SD=0,867	M=3,8 (1,2), SD=0,759	M=3,14, SD=0,912
9. Moonlight Sonata (schnell)	Beethoven	110,31	M=3,14, SD=1,353	M=4,11, SD=0,963	M=2,83 (2,17), SD=1,2	M=3,29, SD=0,710
10. Moonlight Sonata (langsam)	Beethoven	123,39	M=3,6, SD=1,218	M=1,51 SD=0,742	M=4,37(0,63), SD=0,69	M=2,71, SD=1,1

¹ Angabe auf der negativen Skala in Klammern.

3. Fahrstudie



*Abbildung 96: Versuchsaufbau aus Probandensicht
Blick auf einen Probanden während der Fahrt von außerhalb des Testlabors.*



*Abbildung 97: Versuchsaufbau aus Forschersicht
Blick aus Forschersicht mit Ansicht der Fahrtszene (links) und der Biodaten (rechts).
Der Forscher sitzt hinter der Leinwand und kann dadurch den Probanden nicht beeinflussen.*

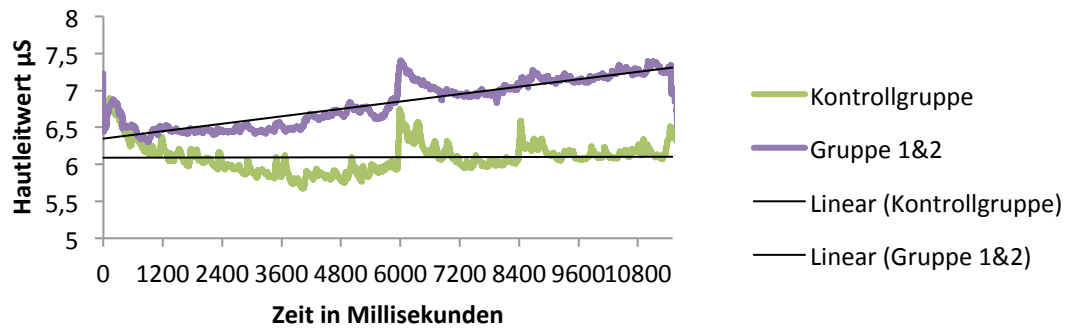


Abbildung 98: Hautleitwert kombiniert (Musikgruppen und Kontrollgruppe)

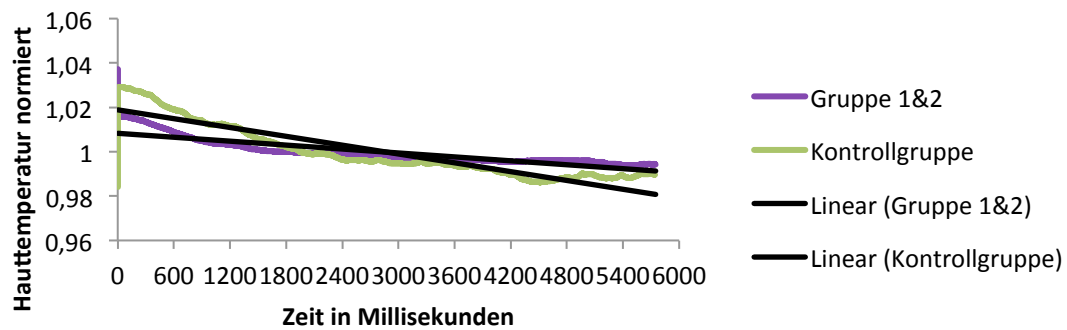


Abbildung 99: Normierte Hauttemperatur in Aufgabenteil 1 (Fahrzeug folgen)

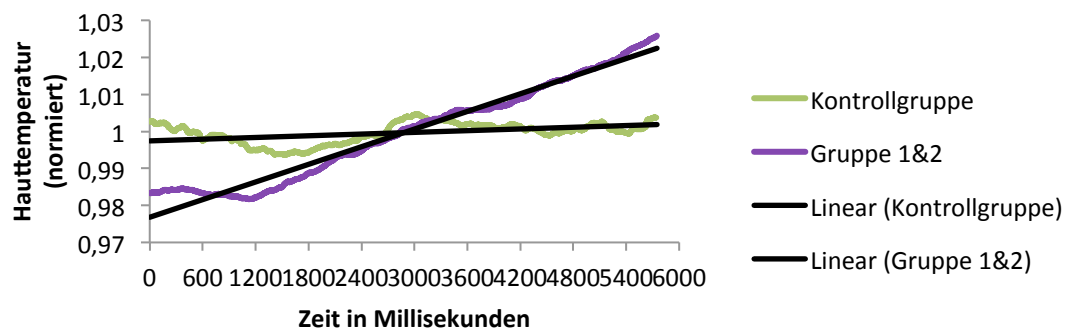


Abbildung 100: Normierte Hauttemperatur in Aufgabenteil 2 (freie Fahrt)

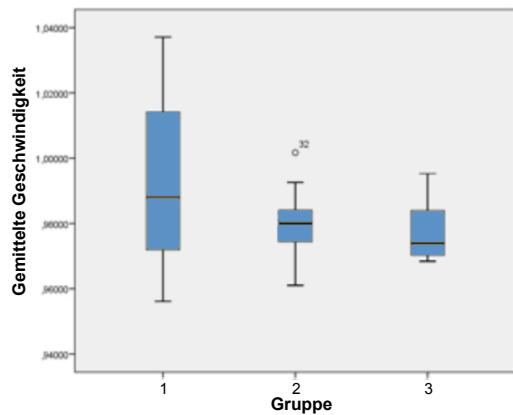


Abbildung 101: Gemittelte Geschwindigkeit für Gruppe 1 (langsam) und Gruppe 2 (schnell)

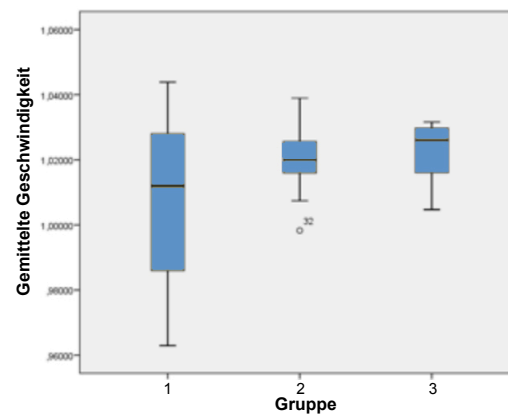


Abbildung 102: Gemittelte Geschwindigkeit für Gruppe 1 (schnell) und Gruppe 2 (langsam)

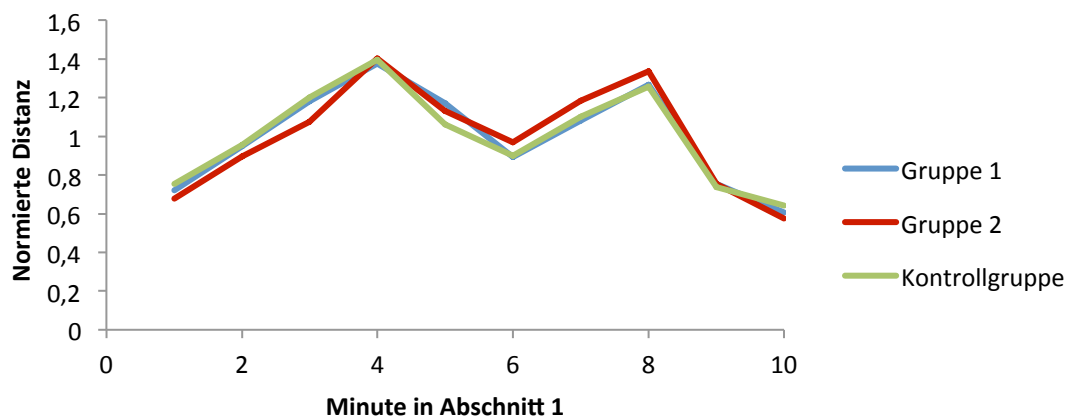


Abbildung 103: Normierter Mittelwert der Distanz je Gruppe pro Minute

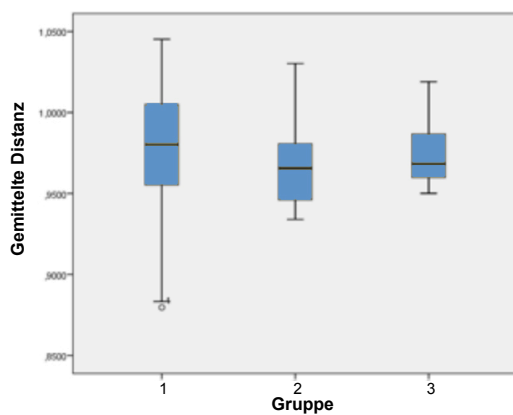


Abbildung 104: Normierter Mittelwert der Distanzen für ungerade Abschnitte

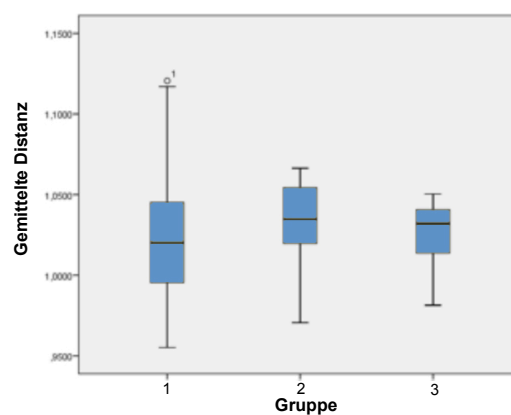


Abbildung 105: Normierter Mittelwert der Distanzen für gerade Abschnitte

A 7 Umfrage: Musikpräferenzen in bestimmten Fahrsituationen

Im Zeitraum der Onlinebefragung im Jahr 2014 wurden bei der Vorstudie 20 und bei der Hauptstudie 166 Datensätze gesammelt.

1. Ausgewählte Musikstücke

Tabelle 33: Ausgewählte Songs für die Umfrage

Titel	Interpret	Genre	BPM	DE Charts
1. Simple Man	Andreas Kümmert	Pop/Rock (Pop Idol, Rock & Roll, Pop, Retro-Rock)	109	2 (2013)
2. Bad Moon Rising	Creedence Clearwater Revival	Pop/Rock (Rock & Roll, Contemporary Pop/Rock, AM Pop)	90	8 (1968)
3. Partybus	Culcha Candela	Reggae, Rap (Party Rap, Pop-Rap, Ragga, Reggae-Pop)	130	-
4. He's a Pirate	David Garret	Classical, Easy Listening (Classical Crossover, Chamber Music, Concerto, Orchestral, Symphony)	106	-
5. I see Fire	Ed Sheeran	Pop/Rock (Contemporary Singer/Songwriter, Adult Alternative Pop/Rock, Alternative/Indie Rock, Pop)	152	2 (2013)
6. Home	Edward Sharpe & the Magnetic Zeros	Pop/Rock (Alternative/Indie Rock, Indie Pop, Neo-Psychedelia)	112	-
7. Changes	Faul & Wad Ad vs. Pnau	Electronic (House, Progressive House, Club/Dance, EDM)	126	1 (2013)
8. Hey Laura	Gregory Porter	Vocal, Jazz, Pop/Rock, R&B, Classical (Contemporary Jazz Vocals, Post-Bop, Vocal Jazz, Straight-Ahead Jazz, Vocalese, Soul, Show/Musical)	132	-
9. Ich will immer wieder... dieses Fieber spür'n	Helene Fischer	Pop/Rock (Liedermacher, Schlager, Euro-Pop, Adult Alternative Pop/Rock, Dance-Pop, Electro)	121	30 (2009)
10. The Return of the King	Howard Shore	Stage & Screen, Classical (Film Score, Soundtracks, Original Score, Film Music)	117	-
11. Demons	Imagine Dragons	Pop/Rock (Alternative Pop/Rock, Alternative/Indie Rock, New Wave/Post-Punk Revival)	90	15 (2012)
12. Dark Horse	Katy Perry	Pop/Rock (Contemporary Pop/Rock, Pop, Teen Pop)	132	6 (2013)

13. Songs für Liam	Kraftklub	Rap (Pop-Rap)	157	14 (2012)
14. Numb	Linkin Park	Pop/Rock (Alternative Metal, Heavy Metal, Post-Grunge, Rap-Rock)	110	19 (2003)
15. Can't hold us	Macklemore & Ryan Lewis	Rap (Alternative Rap, West Coast Rap, Underground Rap)	146	2 (2012)
16. 1ste Liebe	Max Herre & Joy Denalane	Pop/Rock (Contemporary Pop/Rock, Alternative Pop/Rock, Contemporary Singer/Songwriter)	82	33 (2004)
17. 23	Mike Will Made-It	Rap, Pop/Rock, R&B (East Coast Rap, Contemporary R&B, Hardcore Rap)	140	-
18. La La La	Naughty Boy	Pop/Rock (Contemporary Pop/Rock, Pop, Dance-Pop, Contemporary R&B)	125	2 (2013)
19. Happy	Pharrell Williams	Rap (Contemporary R&B, Pop-Rap, Pop)	160	1 (2013)
20. Welcome Home, Son	Radical Face	Pop/Rock (Alternative/Indie Rock, Indie Pop)	145	-
21. By the Way	Red Hot Chili Peppers	Pop/Rock (Alternative Pop/Rock, Alternative/Indie Rock, Funk Metal, Heavy Metal, College Rock, Adult Alternative Pop/Rock, Dance-Rock, Rap-Rock)	124	22 (2002)
22. Ich lass für dich das Licht an	Revolverheld	Pop/Rock (Alternative/Indie Rock, Punk-Pop, Post-Grunge)	138	7 (2013)
23. Can't remember to forget you	Shakira feat. Rihanna	Latin, Pop/Rock, Electronic, R&B (Latin Pop, Pop, Adult Contemporary, Club/dance, Dance-Pop, Urban)	138	8 (2014)
24. Formidable	Stromae	R&B, Pop/Rock, Rap (Contemporary R&B, Contemporary Singer/Songwriter, Pop-Rap)	144	39 (2013)
25. Do it	The BossHoss	Pop/Rock, Country (Alternative Country-Rock, Alternative/Indie Rock, Alternative Pop/Rock, Contemporary Country)	95	31 (2013)
26. Still Counting	Volbeat	Pop/Rock (Hard Rock, Heavy Metal)	104	-
27. Snowflakes	White Apple Tree	Electronic, Pop/Rock (Indie Electronic, Pop, Club/Dance, Alternative/Indie Rock)	120	31 (2011)
28. Angels	Within Temptation	Pop/Rock (Goth Metal, Heavy Metal, Symphonic Black Metal)	91	25 (2004)

2. Geneva Emotional Music Scale (GEMS)

*Tabelle 34: Dimensionen und Ausprägungen des GEMS-9-Modells
(in Anlehnung an [Zentner 2008])*

Dimension	Term
1. Wonder	Filled with wonder, Dazzled, Moved
2. Transcendence	Fascinated, Overwhelming, Feelings of transcendence and spirituality
3. Power	Strong, Triumphant, Energetic
4. Tenderness	Tender, Affectionate, In love
5. Nostalgia	Nostalgic, Dreamy, Melancholic
6. Peacefulness	Serene, Calm, Soothed
7. Joyful Activation	Joyful, Amused, Bouncy
8. Sadness	Sad, Sorrowful
9. Tension	Tense, Agitated, Nervous

Tabelle 35: Erweitertes GEMS-9-Modell (deutsch)

	Kategorie	Tags
GEMS 9	1. Verwunderung	verwundert, verwirrt, ergriffen
	2. Metaphysik / Transzendenz	fasziniert, überwältigt, spirituell
	3. Empfindlichkeit	weich, zärtlich, verliebt
	4. Nostalgie / Wehmut	wehmütig, verträumt, melancholisch
	5. Friedlichkeit	gelassen, ruhig, einschläfernd
	6. Kraft	stark, triumphierend, energisch
	7. freudige Aktivierung	froh, erheiternd, vergnügt und munter
	8. Spannung	gespannt, aufgeregt, nervös
	9. Traurigkeit	traurig, klagend, kummervoll
Erweiterung	10. Temperatur	kalt, mild, heiß
	11. Licht & Farbe	bunt, hell, dunkel, eintönig
	12. Raum / Platz	offen, weitläufig, eingeengt, geschlossen
	13. Geschwindigkeit	langsam, normal, schnell

4. Beispiele für den Aufbau der Fragen aus Vor- und Hauptstudie

Empirische Untersuchung zur Abhängigkeit von Kontextparametern und personalisierter Musik in Automobilen Teil 1

0% 100%

Bewertung verschiedener Musikstücke - Track 1

0:07

Bitte hören Sie sich das Lied an (sollte es nicht automatisch starten, drücken Sie bitte die "Play" Taste). Der Ausschnitt des Liedes ist ca. 50 Sekunden lang. Sie können frühestens nach 35 Sekunden zur nächsten Frage wechseln. Bitte bewerten Sie das Musikstück.

***Wie gefällt Ihnen dieses Musikstück?**

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

? 1 Stern = "gar nicht", 5 Sterne = "sehr gut"

Bitte setzen Sie bei allen Begriffen einen Haken, die Ihre Emotionen/Gefühle/Gedanken beschreiben, die durch das zuvor gehörte Musikstück hervorgerufen worden sind. Es dürfen so viele Begriffe wie nötig ausgewählt werden, nach Möglichkeit sollte jedes Musikstück mit mind. 5-10 Begriffen beschrieben werden.

Verwunderung

☐ verwundert
☐ verwirrt
☐ ergriffen

Nostalgie / Wehmut

☐ wehmütig
☐ verträumt
☐ melancholisch

Metaphysik / Transzendenz

☐ fasziniert
☐ überwältigt
☐ spirituell

Kraft

☐ stark
☐ triumphierend
☐ energisch

Empfindlichkeit

☐ weich
☐ zärtlich
☐ verliebt

Friedlichkeit

☐ gelassen
☐ ruhig
☐ einschläfernd

Traurigkeit

☐ traurig
☐ klagend
☐ kummervoll

freudige Aktivierung

☐ froh
☐ erheiternd
☐ vergnügt und munter

Spannung

☐ gespannt
☐ aufgeregt
☐ nervös

Geschwindigkeit

☐ langsam
☐ normal
☐ schnell

Temperatur

☐ kalt
☐ mild
☐ heiß

Raum / Platz

☐ offen
☐ weitläufig
☐ eingengt
☐ geschlossen

Licht / Farbe

☐ bunt
☐ hell
☐ dunkel
☐ eintönig

Abbildung 106: Ansicht der Musikbewertung in der Vorstudie

Empirische Untersuchung zur Abhängigkeit von Kontextparametern und personalisierter Musik in Automobilen

0% 100%

Situation 1



Versuchen Sie sich bitte in folgende Fahrsituation hinein zu versetzen:

Sie befinden sich mit Ihrem KFZ im Stadtverkehr. Entsprechend dem Bild ist der Verkehr sehr zähflüssig, so dass Sie nur langsam voran kommen. Es ist Sommer und die Sonne scheint.

*Welches der folgenden 3 Musikstücke passt Ihrer Meinung am besten zu dieser Situation? Dabei ist es nicht relevant, welches der Musikstücke Ihnen grundsätzlich am besten gefällt!
Bitte wählen Sie maximal eine Antwort.

☐ Andreas Kümmert - Simple Man 0:36 

☐ Helene Fischer - Ich Will Immer Wieder 0:36 

☐ Revolverheld - Ich lass für dich das Licht an 0:37 

 Die Musik startet automatisch. Nachdem Sie alle 3 Musiktitel gehört haben, erscheint der "Weiter" - Button, um zur nächsten Situation zu gelangen.

Abbildung 107: Ansicht der Zuordnung in der Hauptstudie

5. Ergebnisse der Zuordnung von Tags bei der Vorstudie

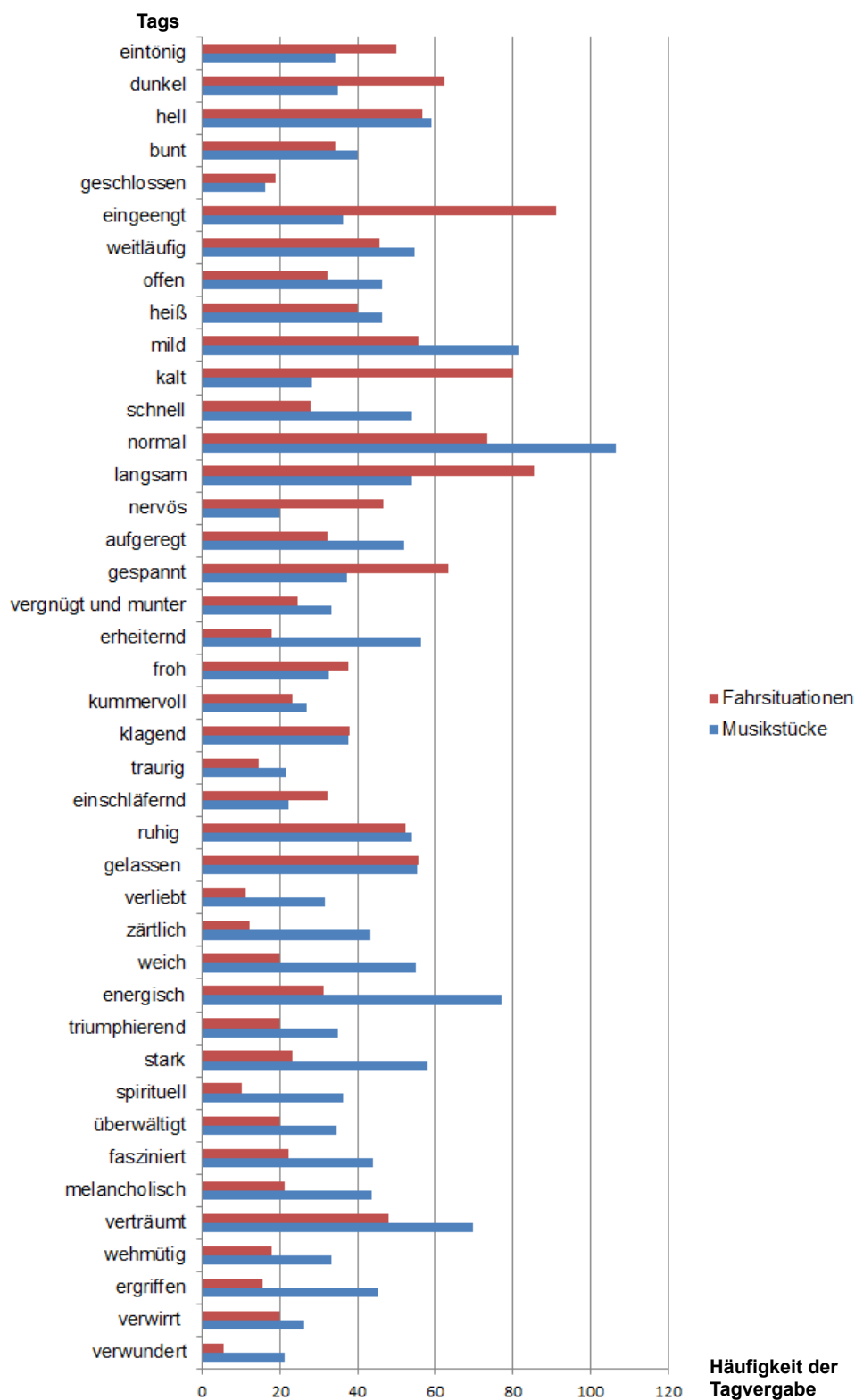


Abbildung 108: Häufigkeit der Tagvergabe nach Fahrsituation und Musiktitel

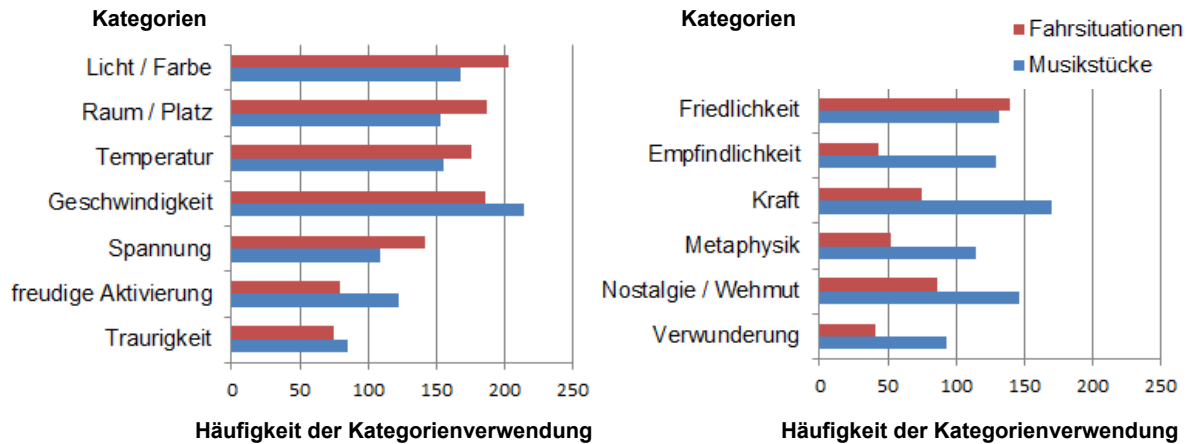


Abbildung 109: Verwendung der Kategorien nach Fahrsituation und Musiktitel

Tabelle 36: Verwendung der Tags bei den 9 Fahrsituationen

Tags	Tags der 9 Fahrsituationen								
	a	b	c	d	e	f	g	h	i
eingengt	X	X	X	X		X	X	X	
nervös	X	X		X		X	X	X	
langsam	X	X		X		X	X	X	
eintönig	X	X	X			X	X	X	
mild	X		X		X			X	X
kalt		X	X	X		X		X	
hell	X			X	X		X		X
gespannt		X		X		X	X	X	
gelassen			X	X	X	X			X
weitläufig			X	X	X				X
verträumt	X		X		X				X
ruhig			X			X		X	
normal			X		X	X		X	
klagend	X	X					X	X	
dunkel		X	X			X		X	
heiß	X						X		X
fasziniert				X	X				X
einschläfernd	X					X	X		
vergnügt & munter					X				X
triumphierend					X				X
offen					X				X
energisch							X		X
bunt					X				X
aufgeregt	X			X					

7. Zuordnung der Musik zu den Fahrsituationen

Tabelle 37: Zuordnung der Musik zu Situation a

Situation a			
Zuordnungsmethode 1		Zuordnungsmethode 2	
%	Titel	Titel	%
45	Track 12: Imagine Dragons - Demons (Alternative)	Track 2: Andreas Kümmert - Simple Man (Singer Songwriter)	62
44	Track 13: Kraftklub - Songs für Liam (Alternative)	Track 10: Helene Fischer - Ich Will Immer Wieder (Schlager)	62
42	Track 7: Edward Sharpe & The Magnetic Zeros - Home (Country)	Track 22: Revolverheld - Ich lass für dich das Licht an (Pop Rock)	55
41	Track 24: Stromae - Formidable (Alternative)	Track 24: Stromae - Formidable (Alternative)	55
40	Track 1: Katy Perry - Dark Horse (Pop)	Track 25: The BossHoss - Do It (Country)	55
40	Track 10: Helene Fischer - Ich Will Immer Wieder (Schlager)	Track 8: Faul & Wad Ad - Changes (Dance)	50
40	Track 11: Howard Shore - The Return of the King (Klassik)	Track 16: Max Herre - 1ste Liebe (Soul)	50
38	Track 9: Gregory Porter - Hey Laura (Jazz)	Track 18: Naughty Boy - La La La (Hip Hop)	50
37	Track 17: Mike Will Made It - 23 (Hip Hop)	Track 21: Red Hot Chilli Peppers - By the Way (Rock)	50
36	Track 2: Andreas Kümmert - Simple Man (Singer Songwriter)	Track 27: White Apple Tree - Snowflakes (Soundtrack, Pop)	50
36	Track 16: Max Herre - 1ste Liebe (Soul)	Track 1: Katy Perry - Dark Horse (Pop)	44
35	Track 26: Volbeat - Still Counting (Hard Rock)	Track 4: Culcha Candela - Partybus (Reggae)	44
33	Track 21: Red Hot Chilli Peppers - By the Way (Rock)	Track 6: Ed Sheeran - I See Fire (Soundtrack)	44
33	Track 23: Shakira & Rihanna – Can't Remember to Forget You (Pop, R&B)	Track 9: Gregory Porter - Hey Laura (Jazz)	44
31	Track 6: Ed Sheeran - I See Fire (Soundtrack)	Track 11: Howard Shore - The Return of the King (Klassik)	44
31	Track 20: Radical Face - Welcome Home, Son (Pop/Rock)	Track 15: Macklemore & Ryan Lewis - Can't Hold Us (Dance)	44
30	Track 28: Within Temptation - Angels (Gothic)	Track 20: Radical Face - Welcome Home, Son (Pop/Rock)	44
28	Track 8: Faul & Wad Ad - Changes (Dance)	Track 7: Edward Sharpe & The Magnetic Zeros - Home (Country)	40
28	Track 19: Pharrell Williams - Happy (Pop)	Track 23: Shakira & Rihanna – Can't Remember to Forget You (Pop, R&B)	40
27	Track 4: Culcha Candela - Partybus (Reggae)	Track 28: Within Temptation - Angels (Gothic)	40
27	Track 25: The BossHoss - Do It (Country)	Track 26: Volbeat - Still Counting (Hard Rock)	37
25	Track 27: White Apple Tree - Snowflakes (Soundtrack, Pop)	Track 3: Creedence Clearwater Revival - Bad Moon Rising (Country)	33
23	Track 18: Naughty Boy - La La La (Hip Hop)	Track 5: David Garret - He's a Pirate (Klassik)	33
23	Track 22: Revolverheld - Ich lass für dich das Licht an (Pop Rock)	Track 12: Imagine Dragons - Demons (Alternative)	33
21	Track 15: Macklemore & Ryan Lewis - Can't Hold Us (Dance)	Track 13: Kraftklub - Songs für Liam (Alternative)	33
18	Track 14: Linking Park - Numb (Rock)	Track 17: Mike Will Made It - 23 (Hip Hop)	33
16	Track 5: David Garret - He's a Pirate (Klassik)	Track 14: Linking Park - Numb (Rock)	25
15	Track 3: Creedence Clearwater Revival - Bad Moon Rising (Country)	Track 19: Pharrell Williams - Happy (Pop)	25

Tabelle 38: Zuordnung der Musik zu Situation b

Situation b			
Zuordnungsmethode 1		Zuordnungsmethode 2	
%	Titel	Titel	%
50	Track 17: Mike Will Made It - 23 (Hip Hop)	Track 26: Volbeat - Still Counting (Hard Rock)	62
41	Track 24: Stromae - Formidable (Alternative)	Track 24: Stromae - Formidable (Alternative)	55
38	Track 28: Within Temptation - Angels (Gothic)	Track 28: Within Temptation - Angels (Gothic)	50
36	Track 14: Linking Park - Numb (Rock)	Track 9: Gregory Porter - Hey Laura (Jazz)	44
35	Track 26: Volbeat - Still Counting (Hard Rock)	Track 17: Mike Will Made It - 23 (Hip Hop)	44
33	Track 13: Kraftklub - Songs für Liam (Alternative)	Track 6: Ed Sheeran - I See Fire (Soundtrack)	33
25	Track 6: Ed Sheeran - I See Fire (Soundtrack)	Track 13: Kraftklub - Songs für Liam (Alternative)	33
22	Track 21: Red Hot Chili Peppers - By the Way (Rock)	Track 22: Revolverheld - Ich lass für dich das Licht an (Pop Rock)	33
20	Track 1: Katy Perry - Dark Horse (Pop)	Track 14: Linking Park - Numb (Rock)	25
18	Track 16: Max Herre - 1ste Liebe (Soul)	Track 16: Max Herre - 1ste Liebe (Soul)	25
15	Track 9: Gregory Porter - Hey Laura (Jazz)	Track 21: Red Hot Chili Peppers - By the Way (Rock)	25
13	Track 11: Howard Shore - The Return of the King (Klassik)	Track 1: Katy Perry - Dark Horse (Pop)	22
11	Track 22: Revolverheld - Ich lass für dich das Licht an (Pop Rock)	Track 4: Culcha Candela - Partybus (Reggae)	22
10	Track 10: Helene Fischer - Ich Will Immer Wieder (Schlager)	Track 5: David Garret - He's a Pirate (Klassik)	22
9	Track 2: Andreas Kümmert - Simple Man (Singer Songwriter)	Track 11: Howard Shore - The Return of the King (Klassik)	22
9	Track 12: Imagine Dragons - Demons (Alternative)	Track 12: Imagine Dragons - Demons (Alternative)	22
8	Track 5: David Garret - He's a Pirate (Klassik)	Track 23: Shakira & Rihanna – Can't Remember to Forget You (Pop, R&B)	20
7	Track 15: Macklemore & Ryan Lewis - Can't Hold Us (Dance)	Track 2: Andreas Kümmert - Simple Man (Singer Songwriter)	12
7	Track 18: Naughty Boy - La La La (Hip Hop)	Track 10: Helene Fischer - Ich Will Immer Wieder (Schlager)	12
6	Track 20: Radical Face - Welcome Home, Son (Pop/Rock)	Track 15: Macklemore & Ryan Lewis - Can't Hold Us (Dance)	11
0	Track 3: Creedence Clearwater Revival - Bad Moon Rising (Country)	Track 20: Radical Face - Welcome Home, Son (Pop/Rock)	11
0	Track 4: Culcha Candela - Partybus (Reggae)	Track 25: The BossHoss - Do It (Country)	11
0	Track 7: Edward Sharpe & The Magnetic Zeros - Home (Country)	Track 3: Creedence Clearwater Revival - Bad Moon Rising (Country)	0
0	Track 8: Faul & Wad Ad - Changes (Dance)	Track 7: Edward Sharpe & The Magnetic Zeros - Home (Country)	0
0	Track 19: Pharrell Williams - Happy (Pop)	Track 8: Faul & Wad Ad - Changes (Dance)	0
0	Track 23: Shakira & Rihanna – Can't Remember to Forget You (Pop, R&B)	Track 18: Naughty Boy - La La La (Hip Hop)	0
0	Track 25: The BossHoss - Do It (Country)	Track 19: Pharrell Williams - Happy (Pop)	0
0	Track 27: White Apple Tree - Snowflakes (Sound-track, Pop)	Track 27: White Apple Tree - Snowflakes (Sound-track, Pop)	0

Tabelle 39: Zuordnung der Musik zu Situation c

Situation c			
Zuordnungsmethode 1		Zuordnungsmethode 2	
%	Titel	Titel	%
57	Track 7: Edward Sharpe & The Magnetic Zeros - Home (Country)	Track 24: Stromae - Formidable (Alternative)	66
50	Track 17: Mike Will Made It - 23 (Hip Hop)	Track 18: Naughty Boy - La La La (Hip Hop)	62
47	Track 24: Stromae - Formidable (Alternative)	Track 27: White Apple Tree - Snowflakes (Sound-track, Pop)	62
46	Track 18: Naughty Boy - La La La (Hip Hop)	Track 28: Within Temptation - Angels (Gothic)	60
45	Track 16: Max Herre - 1ste Liebe (Soul)	Track 6: Ed Sheeran - I See Fire (Soundtrack)	55
43	Track 6: Ed Sheeran - I See Fire (Soundtrack)	Track 11: Howard Shore - The Return of the King (Klassik)	55
40	Track 1: Katy Perry - Dark Horse (Pop)	Track 22: Revolverheld - Ich lass für dich das Licht an (Pop Rock)	55
38	Track 28: Within Temptation - Angels (Gothic)	Track 2: Andreas Kümmert - Simple Man (Singer Songwriter)	50
37	Track 20: Radical Face - Welcome Home, Son (Pop/Rock)	Track 7: Edward Sharpe & The Magnetic Zeros - Home (Country)	50
36	Track 2: Andreas Kümmert - Simple Man (Singer Songwriter)	Track 16: Max Herre - 1ste Liebe (Soul)	50
36	Track 12: Imagine Dragons - Demons (Alternative)	Track 9: Gregory Porter - Hey Laura (Jazz)	44
35	Track 8: Faul & Wad Ad - Changes (Dance)	Track 17: Mike Will Made It - 23 (Hip Hop)	44
33	Track 11: Howard Shore - The Return of the King (Klassik)	Track 20: Radical Face - Welcome Home, Son (Pop/Rock)	44
33	Track 23: Shakira & Rihanna – Can't Remember to Forget You (Pop, R&B)	Track 14: Linking Park - Numb (Rock)	37
33	Track 27: White Apple Tree - Snowflakes (Sound-track, Pop)	Track 26: Volbeat - Still Counting (Hard Rock)	37
30	Track 3: Creedence Clearwater Revival - Bad Moon Rising (Country)	Track 3: Creedence Clearwater Revival - Bad Moon Rising (Country)	33
30	Track 9: Gregory Porter - Hey Laura (Jazz)	Track 25: The BossHoss - Do It (Country)	33
29	Track 22: Revolverheld - Ich lass für dich das Licht an (Pop Rock)	Track 8: Faul & Wad Ad - Changes (Dance)	30
28	Track 19: Pharrell Williams - Happy (Pop)	Track 10: Helene Fischer - Ich Will Immer Wieder (Schlager)	25
28	Track 26: Volbeat - Still Counting (Hard Rock)	Track 19: Pharrell Williams - Happy (Pop)	25
27	Track 4: Culcha Candela - Partybus (Reggae)	Track 1: Katy Perry - Dark Horse (Pop)	22
27	Track 14: Linking Park - Numb (Rock)	Track 4: Culcha Candela - Partybus (Reggae)	22
27	Track 25: The BossHoss - Do It (Country)	Track 5: David Garret - He's a Pirate (Klassik)	22
25	Track 5: David Garret - He's a Pirate (Klassik)	Track 12: Imagine Dragons - Demons (Alternative)	22
22	Track 13: Kraftklub - Songs für Liam (Alternative)	Track 23: Shakira & Rihanna – Can't Remember to Forget You (Pop, R&B)	20
20	Track 10: Helene Fischer - Ich Will Immer Wieder (Schlager)	Track 13: Kraftklub - Songs für Liam (Alternative)	11
14	Track 15: Macklemore & Ryan Lewis - Can't Hold Us (Dance)	Track 15: Macklemore & Ryan Lewis - Can't Hold Us (Dance)	11
11	Track 21: Red Hot Chili Peppers - By the Way (Rock)	Track 21: Red Hot Chili Peppers - By the Way (Rock)	0

Tabelle 40: Zuordnung der Musik zu Situation d

Situation d			
Zuordnungsmethode 1		Zuordnungsmethode 2	
%	Titel	Titel	%
44	Track 21: Red Hot Chilli Peppers - By the Way (Rock)	Track 16: Max Herre - 1ste Liebe (Soul)	62
37	Track 20: Radical Face - Welcome Home, Son (Pop/Rock)	Track 11: Howard Shore - The Return of the King (Klassik)	55
33	Track 5: David Garret - He's a Pirate (Klassik)	Track 14: Linking Park - Numb (Rock)	50
30	Track 3: Creedence Clearwater Revival - Bad Moon Rising (Country)	Track 6: Ed Sheeran - I See Fire (Soundtrack)	44
30	Track 10: Helene Fischer - Ich Will Immer Wieder (Schlager)	Track 9: Gregory Porter - Hey Laura (Jazz)	44
30	Track 18: Naughty Boy - La La La (Hip Hop)	Track 13: Kraftklub - Songs für Liam (Alternative)	44
30	Track 28: Within Temptation - Angels (Gothic)	Track 20: Radical Face - Welcome Home, Son (Pop/Rock)	44
28	Track 7: Edward Sharpe & The Magnetic Zeros - Home (Country)	Track 22: Revolverheld - Ich lass für dich das Licht an (Pop Rock)	44
28	Track 8: Faul & Wad Ad - Changes (Dance)	Track 24: Stromae - Formidable (Alternative)	44
28	Track 26: Volbeat - Still Counting (Hard Rock)	Track 28: Within Temptation - Angels (Gothic)	40
27	Track 2: Andreas Kümmert - Simple Man (Singer Songwriter)	Track 2: Andreas Kümmert - Simple Man (Singer Songwriter)	37
27	Track 14: Linking Park - Numb (Rock)	Track 26: Volbeat - Still Counting (Hard Rock)	37
27	Track 16: Max Herre - 1ste Liebe (Soul)	Track 3: Creedence Clearwater Revival - Bad Moon Rising (Country)	33
25	Track 17: Mike Will Made It - 23 (Hip Hop)	Track 15: Macklemore & Ryan Lewis - Can't Hold Us (Dance)	33
23	Track 22: Revolverheld - Ich lass für dich das Licht an (Pop Rock)	Track 17: Mike Will Made It - 23 (Hip Hop)	33
22	Track 13: Kraftklub - Songs für Liam (Alternative)	Track 25: The BossHoss - Do It (Country)	33
22	Track 23: Shakira & Rihanna – Can't Remember to Forget You (Pop, R&B)	Track 8: Faul & Wad Ad - Changes (Dance)	30
21	Track 15: Macklemore & Ryan Lewis - Can't Hold Us (Dance)	Track 23: Shakira & Rihanna – Can't Remember to Forget You (Pop, R&B)	30
21	Track 19: Pharrell Williams - Happy (Pop)	Track 10: Helene Fischer - Ich Will Immer Wieder (Schlager)	25
20	Track 11: Howard Shore - The Return of the King (Klassik)	Track 18: Naughty Boy - La La La (Hip Hop)	25
18	Track 4: Culcha Candela - Partybus (Reggae)	Track 19: Pharrell Williams - Happy (Pop)	25
18	Track 6: Ed Sheeran - I See Fire (Soundtrack)	Track 21: Red Hot Chilli Peppers - By the Way (Rock)	25
18	Track 12: Imagine Dragons - Demons (Alternative)	Track 27: White Apple Tree - Snowflakes (Soundtrack, Pop)	25
18	Track 25: The BossHoss - Do It (Country)	Track 1: Katy Perry - Dark Horse (Pop)	22
17	Track 24: Stromae - Formidable (Alternative)	Track 4: Culcha Candela - Partybus (Reggae)	22
16	Track 27: White Apple Tree - Snowflakes (Soundtrack, Pop)	Track 5: David Garret - He's a Pirate (Klassik)	22
7	Track 9: Gregory Porter - Hey Laura (Jazz)	Track 12: Imagine Dragons - Demons (Alternative)	22
0	Track 1: Katy Perry - Dark Horse (Pop)	Track 7: Edward Sharpe & The Magnetic Zeros - Home (Country)	20

Tabelle 41: Zuordnung der Musik zu Situation e

Situation e			
Zuordnungsmethode 1		Zuordnungsmethode 2	
%	Titel	Titel	%
92	Track 3: Creedence Clearwater Revival - Bad Moon Rising (Country)	Track 7: Edward Sharpe & The Magnetic Zeros - Home (Country)	90
85	Track 7: Edward Sharpe & The Magnetic Zeros - Home (Country)	Track 3: Creedence Clearwater Revival - Bad Moon Rising (Country)	88
80	Track 1: Katy Perry - Dark Horse (Pop)	Track 20: Radical Face - Welcome Home, Son (Pop/Rock)	88
78	Track 19: Pharrell Williams - Happy (Pop)	Track 18: Naughty Boy - La La La (Hip Hop)	87
76	Track 18: Naughty Boy - La La La (Hip Hop)	Track 19: Pharrell Williams - Happy (Pop)	87
72	Track 2: Andreas Kümmert - Simple Man (Singer Songwriter)	Track 27: White Apple Tree - Snowflakes (Soundtrack, Pop)	87
72	Track 4: Culcha Candela - Partybus (Reggae)	Track 11: Howard Shore - The Return of the King (Klassik)	77
72	Track 25: The BossHoss - Do It (Country)	Track 2: Andreas Kümmert - Simple Man (Singer Songwriter)	75
71	Track 8: Faul & Wad Ad - Changes (Dance)	Track 8: Faul & Wad Ad - Changes (Dance)	70
66	Track 23: Shakira & Rihanna – Can't Remember to Forget You (Pop, R&B)	Track 22: Revolverheld - Ich lass für dich das Licht an (Pop Rock)	66
63	Track 12: Imagine Dragons - Demons (Alternative)	Track 25: The BossHoss - Do It (Country)	66
63	Track 16: Max Herre - 1ste Liebe (Soul)	Track 16: Max Herre - 1ste Liebe (Soul)	62
62	Track 20: Radical Face - Welcome Home, Son (Pop/Rock)	Track 23: Shakira & Rihanna – Can't Remember to Forget You (Pop, R&B)	60
58	Track 22: Revolverheld - Ich lass für dich das Licht an (Pop Rock)	Track 4: Culcha Candela - Partybus (Reggae)	55
58	Track 27: White Apple Tree - Snowflakes (Soundtrack, Pop)	Track 15: Macklemore & Ryan Lewis - Can't Hold Us (Dance)	55
50	Track 15: Macklemore & Ryan Lewis - Can't Hold Us (Dance)	Track 10: Helene Fischer - Ich Will Immer Wieder (Schlager)	50
46	Track 11: Howard Shore - The Return of the King (Klassik)	Track 1: Katy Perry - Dark Horse (Pop)	44
43	Track 6: Ed Sheeran - I See Fire (Soundtrack)	Track 6: Ed Sheeran - I See Fire (Soundtrack)	44
41	Track 5: David Garret - He's a Pirate (Klassik)	Track 9: Gregory Porter - Hey Laura (Jazz)	44
40	Track 10: Helene Fischer - Ich Will Immer Wieder (Schlager)	Track 12: Imagine Dragons - Demons (Alternative)	44
38	Track 9: Gregory Porter - Hey Laura (Jazz)	Track 28: Within Temptation - Angels (Gothic)	40
35	Track 24: Stromae - Formidable (Alternative)	Track 5: David Garret - He's a Pirate (Klassik)	33
30	Track 28: Within Temptation - Angels (Gothic)	Track 24: Stromae - Formidable (Alternative)	33
12	Track 17: Mike Will Made It - 23 (Hip Hop)	Track 14: Linking Park - Numb (Rock)	25
11	Track 13: Kraftklub - Songs für Liam (Alternative)	Track 13: Kraftklub - Songs für Liam (Alternative)	22
11	Track 21: Red Hot Chili Peppers - By the Way (Rock)	Track 17: Mike Will Made It - 23 (Hip Hop)	22
9	Track 14: Linking Park - Numb (Rock)	Track 21: Red Hot Chili Peppers - By the Way (Rock)	12
7	Track 26: Volbeat - Still Counting (Hard Rock)	Track 26: Volbeat - Still Counting (Hard Rock)	0

Tabelle 42: Zuordnung der Musik zu Situation f

Situation f			
Zuordnungsmethode 1		Zuordnungsmethode 2	
%	Titel	Titel	%
75	Track 17: Mike Will Made It - 23 (Hip Hop)	Track 24: Stromae - Formidable (Alternative)	66
52	Track 24: Stromae - Formidable (Alternative)	Track 26: Volbeat - Still Counting (Hard Rock)	62
42	Track 26: Volbeat - Still Counting (Hard Rock)	Track 17: Mike Will Made It - 23 (Hip Hop)	55
38	Track 28: Within Temptation - Angels (Gothic)	Track 28: Within Temptation - Angels (Gothic)	50
37	Track 6: Ed Sheeran - I See Fire (Soundtrack)	Track 6: Ed Sheeran - I See Fire (Soundtrack)	44
36	Track 14: Linking Park - Numb (Rock)	Track 14: Linking Park - Numb (Rock)	37
36	Track 16: Max Herre - 1ste Liebe (Soul)	Track 16: Max Herre - 1ste Liebe (Soul)	37
33	Track 13: Kraftklub - Songs für Liam (Alternative)	Track 9: Gregory Porter - Hey Laura (Jazz)	33
33	Track 21: Red Hot Chilli Peppers - By the Way (Rock)	Track 11: Howard Shore - The Return of the King (Klassik)	33
30	Track 9: Gregory Porter - Hey Laura (Jazz)	Track 22: Revolverheld - Ich lass für dich das Licht an (Pop Rock)	33
28	Track 7: Edward Sharpe & The Magnetic Zeros - Home (Country)	Track 2: Andreas Kümmert - Simple Man (Singer Songwriter)	25
27	Track 2: Andreas Kümmert - Simple Man (Singer Songwriter)	Track 13: Kraftklub - Songs für Liam (Alternative)	22
26	Track 11: Howard Shore - The Return of the King (Klassik)	Track 20: Radical Face - Welcome Home, Son (Pop/Rock)	22
25	Track 20: Radical Face - Welcome Home, Son (Pop/Rock)	Track 25: The BossHoss - Do It (Country)	22
23	Track 18: Naughty Boy - La La La (Hip Hop)	Track 10: Helene Fischer - Ich Will Immer Wieder (Schlager)	12
20	Track 1: Katy Perry - Dark Horse (Pop)	Track 18: Naughty Boy - La La La (Hip Hop)	12
18	Track 4: Culcha Candela - Partybus (Reggae)	Track 21: Red Hot Chilli Peppers - By the Way (Rock)	12
18	Track 12: Imagine Dragons - Demons (Alternative)	Track 27: White Apple Tree - Snowflakes (Sound-track, Pop)	12
18	Track 25: The BossHoss - Do It (Country)	Track 1: Katy Perry - Dark Horse (Pop)	11
17	Track 22: Revolverheld - Ich lass für dich das Licht an (Pop Rock)	Track 3: Creedence Clearwater Revival - Bad Moon Rising (Country)	11
16	Track 5: David Garret - He's a Pirate (Klassik)	Track 4: Culcha Candela - Partybus (Reggae)	11
16	Track 27: White Apple Tree - Snowflakes (Sound-track, Pop)	Track 5: David Garret - He's a Pirate (Klassik)	11
15	Track 3: Creedence Clearwater Revival - Bad Moon Rising (Country)	Track 15: Macklemore & Ryan Lewis - Can't Hold Us (Dance)	11
14	Track 8: Faul & Wad Ad - Changes (Dance)	Track 7: Edward Sharpe & The Magnetic Zeros - Home (Country)	10
14	Track 19: Pharrell Williams - Happy (Pop)	Track 8: Faul & Wad Ad - Changes (Dance)	10
11	Track 23: Shakira & Rihanna – Can't Remember to Forget You (Pop, R&B)	Track 23: Shakira & Rihanna – Can't Remember to Forget You (Pop, R&B)	10
10	Track 10: Helene Fischer - Ich Will Immer Wieder (Schlager)	Track 12: Imagine Dragons - Demons (Alternative)	0
7	Track 15: Macklemore & Ryan Lewis - Can't Hold Us (Dance)	Track 19: Pharrell Williams - Happy (Pop)	0

Tabelle 43: Zuordnung der Musik zu Situation g

Situation g			
Zuordnungsmethode 1		Zuordnungsmethode 2	
%	Titel	Titel	%
50	Track 17: Mike Will Made It - 23 (Hip Hop)	Track 22: Revolverheld - Ich lass für dich das Licht an (Pop Rock)	66
44	Track 13: Kraftklub - Songs für Liam (Alternative)	Track 24: Stromae - Formidable (Alternative)	66
44	Track 21: Red Hot Chili Peppers - By the Way (Rock)	Track 16: Max Herre - 1ste Liebe (Soul)	62
40	Track 10: Helene Fischer - Ich Will Immer Wieder (Schlager)	Track 6: Ed Sheeran - I See Fire (Soundtrack)	55
35	Track 24: Stromae - Formidable (Alternative)	Track 9: Gregory Porter - Hey Laura (Jazz)	55
35	Track 26: Volbeat - Still Counting (Hard Rock)	Track 11: Howard Shore - The Return of the King (Klassik)	55
33	Track 23: Shakira & Rihanna – Can't Remember to Forget You (Pop, R&B)	Track 2: Andreas Kümmert - Simple Man (Singer Songwriter)	50
30	Track 9: Gregory Porter - Hey Laura (Jazz)	Track 26: Volbeat - Still Counting (Hard Rock)	50
30	Track 28: Within Temptation - Angels (Gothic)	Track 28: Within Temptation - Angels (Gothic)	50
28	Track 7: Edward Sharpe & The Magnetic Zeros - Home (Country)	Track 17: Mike Will Made It - 23 (Hip Hop)	44
27	Track 12: Imagine Dragons - Demons (Alternative)	Track 20: Radical Face - Welcome Home, Son (Pop/Rock)	44
27	Track 14: Linking Park - Numb (Rock)	Track 8: Faul & Wad Ad - Changes (Dance)	40
27	Track 25: The BossHoss - Do It (Country)	Track 10: Helene Fischer - Ich Will Immer Wieder (Schlager)	37
26	Track 11: Howard Shore - The Return of the King (Klassik)	Track 18: Naughty Boy - La La La (Hip Hop)	37
25	Track 6: Ed Sheeran - I See Fire (Soundtrack)	Track 27: White Apple Tree - Snowflakes (Sound-track, Pop)	37
22	Track 16: Max Herre - 1ste Liebe (Soul)	Track 4: Culcha Candela - Partybus (Reggae)	33
21	Track 8: Faul & Wad Ad - Changes (Dance)	Track 13: Kraftklub - Songs für Liam (Alternative)	33
21	Track 15: Macklemore & Ryan Lewis - Can't Hold Us (Dance)	Track 15: Macklemore & Ryan Lewis - Can't Hold Us (Dance)	33
21	Track 19: Pharrell Williams - Happy (Pop)	Track 25: The BossHoss - Do It (Country)	33
20	Track 1: Katy Perry - Dark Horse (Pop)	Track 7: Edward Sharpe & The Magnetic Zeros - Home (Country)	30
18	Track 2: Andreas Kümmert - Simple Man (Singer Songwriter)	Track 23: Shakira & Rihanna – Can't Remember to Forget You (Pop, R&B)	30
18	Track 4: Culcha Candela - Partybus (Reggae)	Track 21: Red Hot Chili Peppers - By the Way (Rock)	25
17	Track 22: Revolverheld - Ich lass für dich das Licht an (Pop Rock)	Track 1: Katy Perry - Dark Horse (Pop)	22
16	Track 5: David Garret - He's a Pirate (Klassik)	Track 3: Creedence Clearwater Revival - Bad Moon Rising (Country)	22
16	Track 27: White Apple Tree - Snowflakes (Sound-track, Pop)	Track 5: David Garret - He's a Pirate (Klassik)	22
15	Track 3: Creedence Clearwater Revival - Bad Moon Rising (Country)	Track 12: Imagine Dragons - Demons (Alternative)	22
12	Track 20: Radical Face - Welcome Home, Son (Pop/Rock)	Track 14: Linking Park - Numb (Rock)	12
7	Track 18: Naughty Boy - La La La (Hip Hop)	Track 19: Pharrell Williams - Happy (Pop)	12

Tabelle 44: Zuordnung der Musik zu Situation h


Situation h			
Zuordnungsmethode 1		Zuordnungsmethode 2	
%	Titel	Titel	%
62	Track 17: Mike Will Made It - 23 (Hip Hop)	Track 28: Within Temptation - Angels (Gothic)	70
60	Track 1: Katy Perry - Dark Horse (Pop)	Track 17: Mike Will Made It - 23 (Hip Hop)	66
53	Track 24: Stromae - Formidable (Alternative)	Track 24: Stromae - Formidable (Alternative)	66
46	Track 28: Within Temptation - Angels (Gothic)	Track 26: Volbeat - Still Counting (Hard Rock)	62
45	Track 14: Linkin Park - Numb (Rock)	Track 14: Linkin Park - Numb (Rock)	50
37	Track 6: Ed Sheeran - I See Fire (Soundtrack)	Track 6: Ed Sheeran - I See Fire (Soundtrack)	44
36	Track 16: Max Herre - 1ste Liebe (Soul)	Track 9: Gregory Porter - Hey Laura (Jazz)	33
35	Track 26: Volbeat - Still Counting (Hard Rock)	Track 22: Revolverheld - Ich lass für dich das Licht an (Pop Rock)	33
33	Track 13: Kraftklub - Songs für Liam (Alternative)	Track 25: The BossHoss - Do It (Country)	33
30	Track 9: Gregory Porter - Hey Laura (Jazz)	Track 10: Helene Fischer - Ich Will Immer Wieder (Schlager)	25
28	Track 7: Edward Sharpe & The Magnetic Zeros - Home (Country)	Track 16: Max Herre - 1ste Liebe (Soul)	25
27	Track 2: Andreas Kümmert - Simple Man (Singer Songwriter)	Track 18: Naughty Boy - La La La (Hip Hop)	25
27	Track 12: Imagine Dragons - Demons (Alternative)	Track 27: White Apple Tree - Snowflakes (Soundtrack, Pop)	25
26	Track 11: Howard Shore - The Return of the King (Klassik)	Track 1: Katy Perry - Dark Horse (Pop)	22
25	Track 20: Radical Face - Welcome Home, Son (Pop/Rock)	Track 3: Creedence Clearwater Revival - Bad Moon Rising (Country)	22
23	Track 18: Naughty Boy - La La La (Hip Hop)	Track 4: Culcha Candela - Partybus (Reggae)	22
23	Track 22: Revolverheld - Ich lass für dich das Licht an (Pop Rock)	Track 11: Howard Shore - The Return of the King (Klassik)	22
22	Track 21: Red Hot Chili Peppers - By the Way (Rock)	Track 12: Imagine Dragons - Demons (Alternative)	22
22	Track 23: Shakira & Rihanna – Can't Remember to Forget You (Pop, R&B)	Track 13: Kraftklub - Songs für Liam (Alternative)	22
20	Track 10: Helene Fischer - Ich Will Immer Wieder (Schlager)	Track 7: Edward Sharpe & The Magnetic Zeros - Home (Country)	20
18	Track 4: Culcha Candela - Partybus (Reggae)	Track 23: Shakira & Rihanna – Can't Remember to Forget You (Pop, R&B)	20
18	Track 25: The BossHoss - Do It (Country)	Track 19: Pharrell Williams - Happy (Pop)	12
16	Track 5: David Garret - He's a Pirate (Klassik)	Track 21: Red Hot Chili Peppers - By the Way (Rock)	12
16	Track 27: White Apple Tree - Snowflakes (Soundtrack, Pop)	Track 2: Andreas Kümmert - Simple Man (Singer Songwriter)	11
15	Track 3: Creedence Clearwater Revival - Bad Moon Rising (Country)	Track 5: David Garret - He's a Pirate (Klassik)	11
14	Track 8: Faul & Wad Ad - Changes (Dance)	Track 15: Macklemore & Ryan Lewis - Can't Hold Us (Dance)	11
14	Track 15: Macklemore & Ryan Lewis - Can't Hold Us (Dance)	Track 20: Radical Face - Welcome Home, Son (Pop/Rock)	11
14	Track 19: Pharrell Williams - Happy (Pop)	Track 8: Faul & Wad Ad - Changes (Dance)	10


Tabelle 45: Zuordnung der Musik zu Situation i

Situation i			
Zuordnungsmethode 1		Zuordnungsmethode 2	
%	Titel	Titel	%
85	Track 3: Creedence Clearwater Revival - Bad Moon Rising (Country)	Track 8: Faul & Wad Ad - Changes (Dance)	90
85	Track 8: Faul & Wad Ad - Changes (Dance)	Track 15: Macklemore & Ryan Lewis - Can't Hold Us (Dance)	88
85	Track 19: Pharrell Williams - Happy (Pop)	Track 3: Creedence Clearwater Revival - Bad Moon Rising (Country)	77
81	Track 25: The BossHoss - Do It (Country)	Track 19: Pharrell Williams - Happy (Pop)	75
78	Track 15: Macklemore & Ryan Lewis - Can't Hold Us (Dance)	Track 23: Shakira & Rihanna – Can't Remember to Forget You (Pop, R&B)	70
77	Track 23: Shakira & Rihanna – Can't Remember to Forget You (Pop, R&B)	Track 4: Culcha Candela - Partybus (Reggae)	66
72	Track 4: Culcha Candela - Partybus (Reggae)	Track 10: Helene Fischer - Ich Will Immer Wieder (Schlager)	62
71	Track 7: Edward Sharpe & The Magnetic Zeros - Home (Country)	Track 7: Edward Sharpe & The Magnetic Zeros - Home (Country)	60
70	Track 10: Helene Fischer - Ich Will Immer Wieder (Schlager)	Track 20: Radical Face - Welcome Home, Son (Pop/Rock)	55
66	Track 5: David Garret - He's a Pirate (Klassik)	Track 25: The BossHoss - Do It (Country)	55
55	Track 21: Red Hot Chili Peppers - By the Way (Rock)	Track 21: Red Hot Chili Peppers - By the Way (Rock)	50
46	Track 18: Naughty Boy - La La La (Hip Hop)	Track 5: David Garret - He's a Pirate (Klassik)	44
45	Track 2: Andreas Kümmert - Simple Man (Singer Songwriter)	Track 11: Howard Shore - The Return of the King (Klassik)	44
45	Track 12: Imagine Dragons - Demons (Alternative)	Track 13: Kraftklub - Songs für Liam (Alternative)	44
44	Track 13: Kraftklub - Songs für Liam (Alternative)	Track 2: Andreas Kümmert - Simple Man (Singer Songwriter)	37
43	Track 20: Radical Face - Welcome Home, Son (Pop/Rock)	Track 18: Naughty Boy - La La La (Hip Hop)	37
42	Track 26: Volbeat - Still Counting (Hard Rock)	Track 22: Revolverheld - Ich lass für dich das Licht an (Pop Rock)	37
40	Track 1: Katy Perry - Dark Horse (Pop)	Track 26: Volbeat - Still Counting (Hard Rock)	37
36	Track 14: Linking Park - Numb (Rock)	Track 27: White Apple Tree - Snowflakes (Sound-track, Pop)	37
36	Track 16: Max Herre - 1ste Liebe (Soul)	Track 1: Katy Perry - Dark Horse (Pop)	25
35	Track 22: Revolverheld - Ich lass für dich das Licht an (Pop Rock)	Track 14: Linking Park - Numb (Rock)	25
33	Track 11: Howard Shore - The Return of the King (Klassik)	Track 16: Max Herre - 1ste Liebe (Soul)	25
33	Track 27: White Apple Tree - Snowflakes (Sound-track, Pop)	Track 12: Imagine Dragons - Demons (Alternative)	22
25	Track 17: Mike Will Made It - 23 (Hip Hop)	Track 17: Mike Will Made It - 23 (Hip Hop)	22
18	Track 6: Ed Sheeran - I See Fire (Soundtrack)	Track 6: Ed Sheeran - I See Fire (Soundtrack)	11
15	Track 9: Gregory Porter - Hey Laura (Jazz)	Track 9: Gregory Porter - Hey Laura (Jazz)	11
11	Track 24: Stromae - Formidable (Alternative)	Track 24: Stromae - Formidable (Alternative)	11
7	Track 28: Within Temptation - Angels (Gothic)	Track 28: Within Temptation - Angels (Gothic)	10


6. Auswertung der Hauptstudie

Tabelle 46: Ergebnisse der Musikauswahl in der Hauptstudie

Situation a	Künstler	Titel	VS ¹ - Wertung	VS ¹ - Beste Zuordnung	HS ² - Auswahl
	Andreas Kümmert	Simple Man	2,89	X	59,6 %
	Helene Fischer	Ich will immer wieder...	2,62	X	22,3 %
	Revolverheld	Ich lass für dich das Licht an	3,19	X	18,1 %


Situation b	Künstler	Titel	VS - Wertung	VS - Beste Zuordnung	HS - Auswahl
	Edward Sharpe & The Magnetic Zeros	Home	2,87		45,2 %
	Within Temptation	Angels	2,19	X	33,1 %
	The BossHoss	Do It	3,38		21,7 %


Situation c	Künstler	Titel	VS - Wertung	VS - Beste Zuordnung	HS - Auswahl
	Kraftklub	Songs für Liam	2,33		19,3 %
	Red Hot Chili Peppers	By the Way	3,33		34,9 %
	Naughty Boy	La La La	3,38	X	45,8 %


Situation d	Künstler	Titel	VS - Wertung	VS - Beste Zuordnung	HS - Auswahl
	White Apple Tree	Snowflakes	3,71		54,8 %
	Radical Face	Welcome Home, Son	3,67	X	41,0 %
	Culcha Candela	Partybus	2,88		4,2 %


¹ VS = Vorstudie


² HS = Hauptstudie

Situation e	Künstler	Titel	VS - Wertung	VS - Beste Zuordnung	HS - Auswahl
	Creedence Clearwater Revival	Bad Moon Rising	3,5	X	81,3 %
	Linking Park	Numb	3,71		15,1 %
	Mike Will Made It	23	2,1		3,6 %

Situation f	Künstler	Titel	VS - Wertung	VS - Beste Zuordnung	HS - Auswahl
	Pharell Williams	Happy	3,95		23,5 %
	Volbeat	Still Counting	2,52	X	33,1 %
	Shakira & Rihanna	Can't Remember to Forget You	3,00		43,4 %

Situation g	Künstler	Titel	VS - Wertung	VS - Beste Zuordnung	HS - Auswahl
	David Garret	He's a Pirate	3,56		13,3 %
	Creedence Clearwater Revival	Bad Moon Rising	3,50		42,8 %
	Max Herre	1ste Liebe	2,95	X	44,0 %

Situation h	Künstler	Titel	VS - Wertung	VS - Beste Zuordnung	HS - Auswahl
	Macklemore & Ryan Lewis	Can't Hold Us	4,29		27,2 %
	Stromae	formidable	2,62	X	31,9 %
	Faul & Wad Ad	Changes	3,76		40,4 %

Situation i	Künstler	Titel	VS - Wertung	VS - Beste Zuordnung	HS - Auswahl
	Faul & Wad Ad	Changes	3,76	X	66,9 %
	Ed Sheeran	I See Fire	3,04		21,7 %
	Within Temptation	Angels	2,19		11,4 %

7. Befragung zur Relevanz der Kontextfaktoren im Fahrzeug

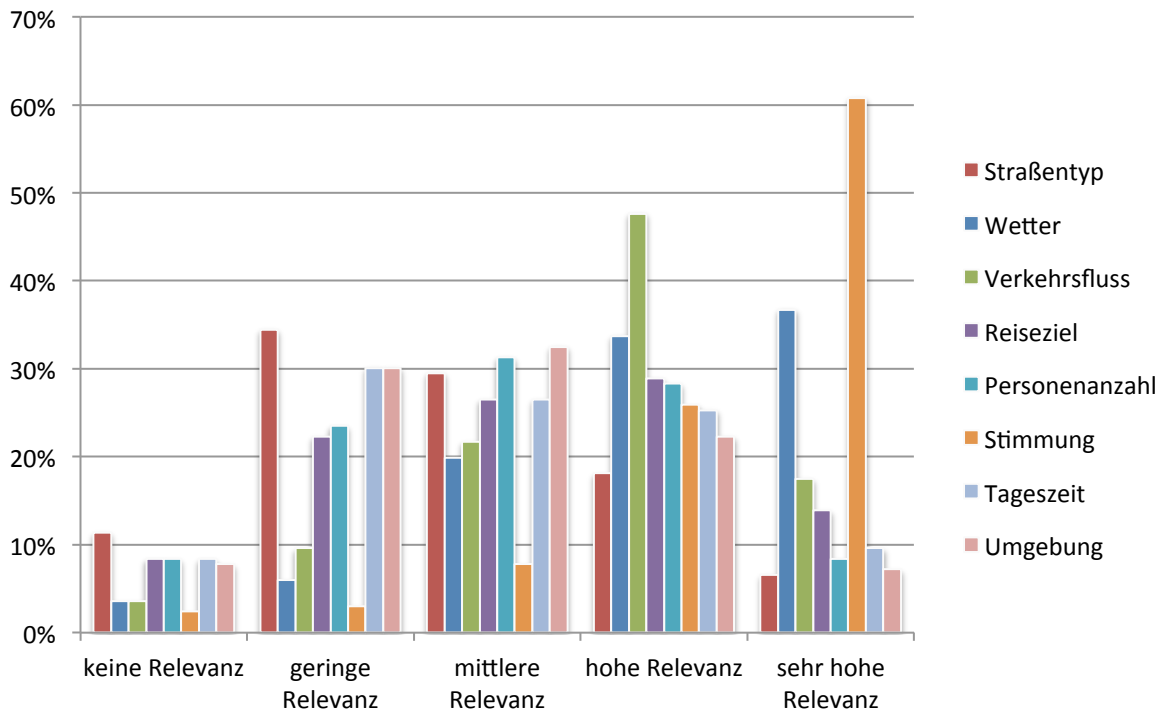


Abbildung 110: Relevanz der Kontextfaktoren im Fahrzeug
(n = 166)

A 8 Fahrtvideoanalyse: Wahrnehmung des Umfelds

An der Fahrtvideoanalyse im Jahr 2013 nahmen 65 Personen teil von denen 48 männlich und 17 weiblich sind.

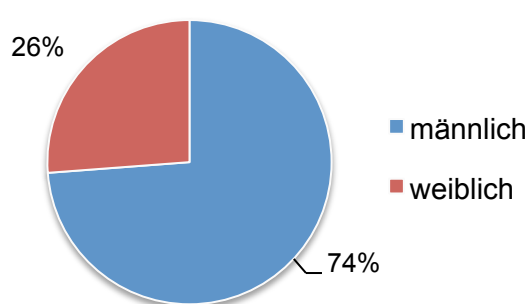


Abbildung 111: Geschlechterverteilung der Teilnehmer der Videoanalyse

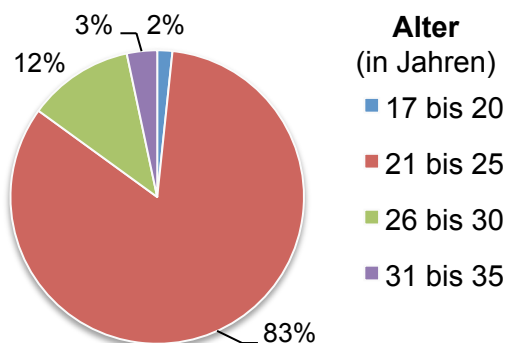


Abbildung 112: Altersverteilung der Teilnehmer der Videoanalyse

Tabelle 47: Ortskundigkeit und Fahrverhalten

Ortskundigkeit		
	Häufigkeit	Prozent
sehr gut	7	10,8%
eher gut	23	35,4%
mittelmäßig	29	44,6%
eher schlecht	6	9,2%
sehr schlecht	0	0%

Eigenes Auto		
	Häufigkeit	Prozent
ja	29	44,6%
nein	36	55,4%

Regelmäßige Fahrten		
	Häufigkeit	Prozent
ja	37	56,9%
nein	28	43,1%

Tabelle 48: Top-Begriffe pro Szene

Szene 1	Wohngebiet	Szene 5	Autobahn
Szene 2	Landstraße	Szene 6	Innenstadt
Szene 3	Stadt / Ring	Szene 7	Dorf
Szene 4	Park / Wohngebiet	Szene 8	Autobahn

A 9 Realfahrtstudie zur Umgebungswahrnehmung

Tabelle 49: Teilnehmer der Realfahrtstudie

	P1	P2	P3	P4	P5
Alter	24	22	24	28	23
Geschlecht	w	w	m	m	m
Führerschein	6 Jahre	4 Jahre	5 Jahre	9 Jahre	5 Jahre
Eigenes Auto	ja	nein	ja	ja	nein
Regelmäßig Fahren	ja	nein	ja	ja	ja
Ortskenntnis	Eher schlecht	Eher gut	Eher schlecht	Eher gut	Eher schlecht



Abbildung 113: Testpunkte der Fahrtstrecke

Darstellung durch Kameraansicht mit Blick durch Frontscheibe (oben),
in der OSM-Kartensicht (mitte) und als OSM-Datenansicht (unten)

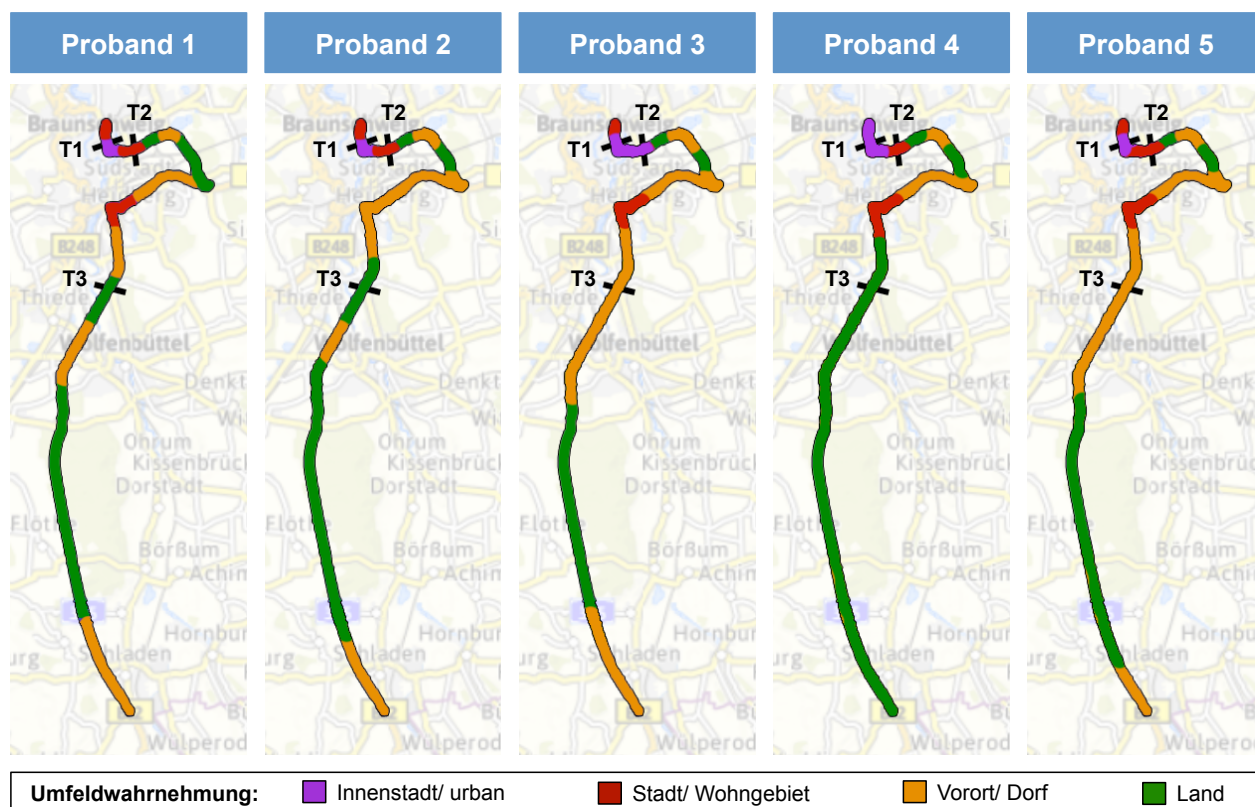


Abbildung 114: Umfeldwahrnehmung der fünf Probanden

Darstellung des wahrgenommenen Umfelds der Strecke durch die Probanden mit Angabe der Testpunkte (T1-T3) und farblicher Markierung des Umfelds

A 10 Literaturanalyse: Kontextorientierte Musikempfehlungssysteme

Tabelle 50: Ergebnisse der Literaturanalyse zu CAMRS

Sprache	Begriff	Quellen
DE	Kontextbasierte Musikempfehlungssysteme	[Baumann 2005]
	Kontextbezogene Musikempfehlungssysteme	n.v.
	Kontextorientierte Musikempfehlungssysteme	n.v.
	Kontextbewusste Musikempfehlungssysteme	n.v.
	Kontextsensitive Musikempfehlungssystem	n.v.
ENG	Context-aware mobile music recommendation/ recommender system	[Baltrunas et al. 2011a; Braunhofer et al. 2011; Domingues & Oliveira Rezende 2013; Hong et al. 2014; Karlsson et al. 2012; Lehtiniemi 2008; Mariappan et al. 2012; Schedl et al. 2014a; Wang et al. 2005, 2012a]
	Context-aware music recommendation/ recommender system	[Baltrunas et al. 2011b, 2011a, 2012; Beer et al. 2013; Braunhofer et al. 2011; Bugaychenko & Dzuba 2013; Chen et al. 2013b; Domingues & Oliveira Rezende 2013; Elahi 2010; Guan et al. 2006; Hariri et al. 2012a, 2012b, 2013; Hong et al. 2014; Jorge 2013; Kaminskas et al. 2013; Kaminskas & Ricci 2011, 2012; Kang et al. 2008; Karlsson et al. 2012; Lehtiniemi 2008; Mariappan et al. 2012; Nirjon et al. 2012; Park et al. 2006, 2006; Park & Lee 2005; Schedl et al. 2014a; Schedl & Flexer 2012; Teng et al. 2013; Vigliensoni & Fujinaga 2014; Wang et al. 2005, 2012a]
	Context-based music recommendation/ recommender system	[Baumann 2005; Bogdanov et al. 2013; Celma & Serra 2008; Chen et al. 2013a; Han et al. 2010; Hayes & Cunningham 2004; Knees & Schedl 2013; Lee & Cho 2014; Mariappan et al. 2012; Rho et al. 2009a, 2009b, 2013; Song et al. 2009; Tatlı & Birtürk 2011; Teng et al. 2013]
	Contextual music information retrieval and recommendation	[Baltrunas et al. 2012; Cheng & Shen 2014; Domingues & Oliveira Rezende 2013; Inskip et al. 2008; Kaminskas & Ricci 2012; Knees & Schedl 2013; Schedl 2013; Schedl & Schnitzer 2013]

	Contextual music recommendation/ recommender system	[Baltrunas et al. 2011b, 2011a, 2012; Bogdanov et al. 2010; Braunhofer et al. 2011; Cai et al. 2007; Chen et al. 2013b, 2013a; Cheng & Shen 2014; Cooke et al. 2002; Domingues & Oliveira Rezende 2013; Fernández-Tobías et al. 2013; Guan et al. 2006; Hariri et al. 2012b, 2013; Helmholtz et al. 2014; Herrera et al. 2010; Inskip et al. 2008; Kaminskas & Ricci 2011, 2012; Karlsson et al. 2012; King et al. 2010; Knees & Schedl 2013; Lee et al. 2010; Le et al. 2011; Nirjon et al. 2012; Okada et al. 2013; Ricci 2014; Schedl 2013; Schedl et al. 2014b; Schedl & Schnitzer 2013, 2014; Seppänen & Huopaniemi 2008; Tatli & Birturk 2011; Vigliensoni & Fujinaga 2014; Wang et al. 2012a, 2012b]
	Contextual music retrieval and recommendation	[Baltrunas et al. 2012; Cheng & Shen 2014; Domingues & Oliveira Rezende 2013; Inskip et al. 2008; Kaminskas & Ricci 2012; Knees & Schedl 2013; Schedl 2013; Schedl & Schnitzer 2013]
	Location-adapted music recommendation/ recommender system	[Kaminskas & Ricci 2011]
	Location-aware music recommendation/ recommender system	[Braunhofer et al. 2013; Cheng et al. 2014; Cheng & Shen 2014; Kaminskas et al. 2013; Schedl & Schnitzer 2013, 2014]
	Situation-aware music recommendation/ recommender system	[Kaminskas & Ricci 2012; Rho et al. 2013]

A 11 Probandenstudie AmbiTune

1. Probandenbefragung

Tabelle 51: Angaben der Probanden bei der AmbiTune-Fahrstudie

Proband	P1	P2	P3
Allgemeine Angaben			
Alter	22	24	27
Geschlecht	m	m	m
Führerschein	4 Jahre	6 Jahre	8 Jahre
Eigenes Auto	nein	nein	ja
Regelmäßig Fahren	ja	nein	ja
Ortskenntnis	eher schlecht	eher schlecht	eher gut
Smartphone und Musikhörverhalten			
Smartphone	Galaxy S5	Nexus 5	HTC one
Musikbibliothek (Anzahl Titel)	683	2390	1276
Welchen Radiosender bevorzugen Sie?	n-joy	Keine Präferenz	NDR 2
Ich wechsele den Radiosender wenn mir das Lied nicht gefällt	teils/teils	trifft eher zu	teils/teils
Welche Genres bevorzugen Sie (max. 3)?	Pop, Rock, Hip Hop	House, Dance, Techno	Pop, Rock

2. Weitere Anmerkungen

- „System sollte neben der eigenen Musik auch neue Musiktitel einspielen.“
- „Nicht immer ist von meiner Seite ein automatischer situationsbezogener Musikwechsel erwünscht. Empfehlung sollte manuell pausiert werden können, um die aktuelle Playlist weiter zu hören.“
- „Automatische Auswahl der Musik funktioniert gut und meine Playlist war sehr abwechslungsreich.“
- „Das Radio oder Spotify bieten mir häufig neue Songs an. Dies wünsche ich mir auch von dem System.“
- „Kopplung des Smartphones mit dem Fahrzeug ist ein zusätzlicher Aufwand und bei kurzen Fahrten nicht immer praktikabel.“
- „Die Musikauswahl während der Fahrt führte zu einem angenehmen Fahrerlebnis“

A 12 Workshop: Fahrsituation und Infotainment

- 13 Workshopteilnehmer an der TU Braunschweig zwischen 21-25 Jahren (11 männlich, 2 weiblich).
- Befragung von 90 weiteren Personen an der TU Braunschweig (58 männlich, 32 weiblich).

1. Was zeichnet die Situation im Fahrzeug besonders aus?

- Im Fahrzeug ergibt sich eine spezielle Situation für den Fahrer.
- Besonderes Bedürfnis in dieser Situation die Zeit bestmöglich zu nutzen und den eigenen Bedürfnissen nachzugehen.
- Stärkere Personalisierung der Dienste und Inhalte bekommt demnach eine steigende Bedeutung.
- Dienste, die aus dem Alltag vom Smartphone bekannt sind, werden auch zunehmend im Fahrzeug gewünscht.

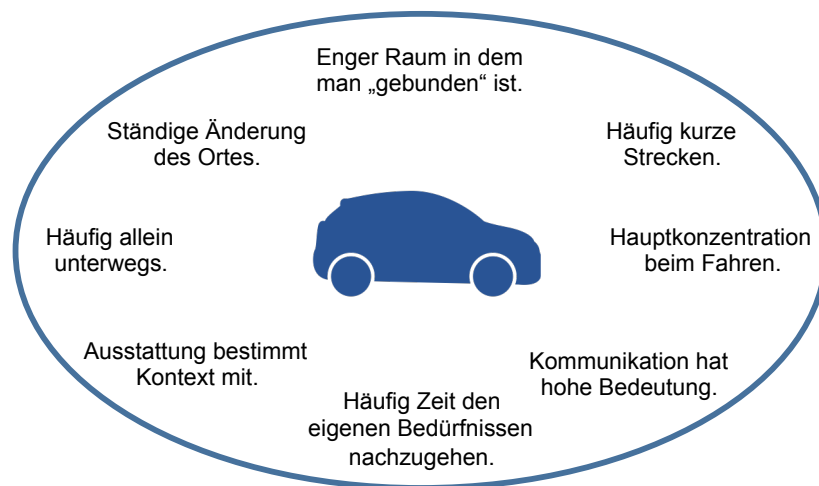


Abbildung 115: Merkmale der Fahrsituation

1. Welche Informationen und Unterhaltung können Sie sich im Fahrzeug vorstellen?

→ Siehe Mindmap auf der folgenden Seite (Abbildung 116)

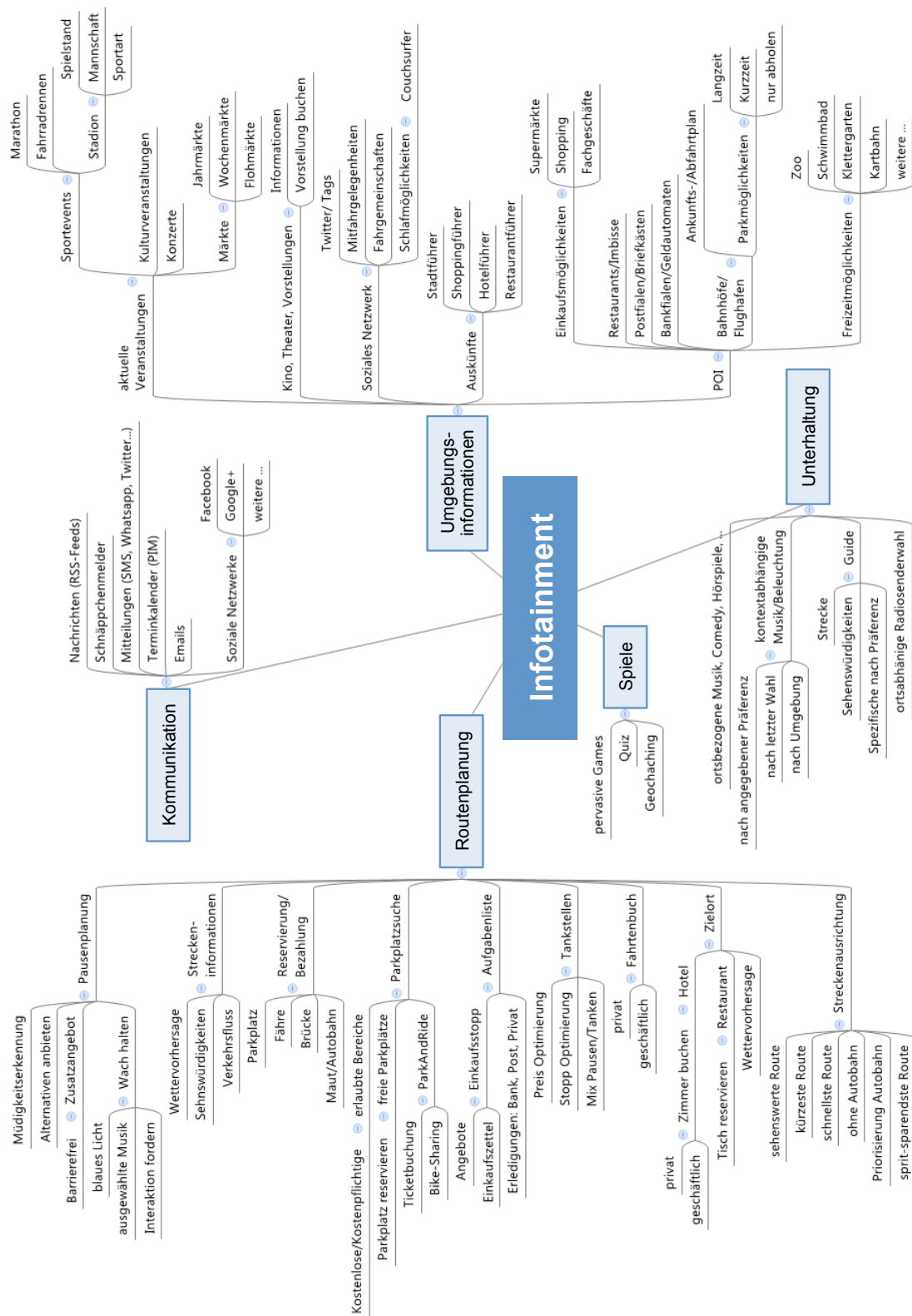


Abbildung 116: Ideen für das Infotainment im Fahrzeug

A 13 Umfrage: Hörverhalten von Musik

Die Onlineumfrage wurde im Jahr 2013 an der TU Braunschweig durchgeführt. Es nahmen 607 Personen an der Umfrage teil von denen 404 vollständige Datensätze für die Auswertung herangezogen wurden.

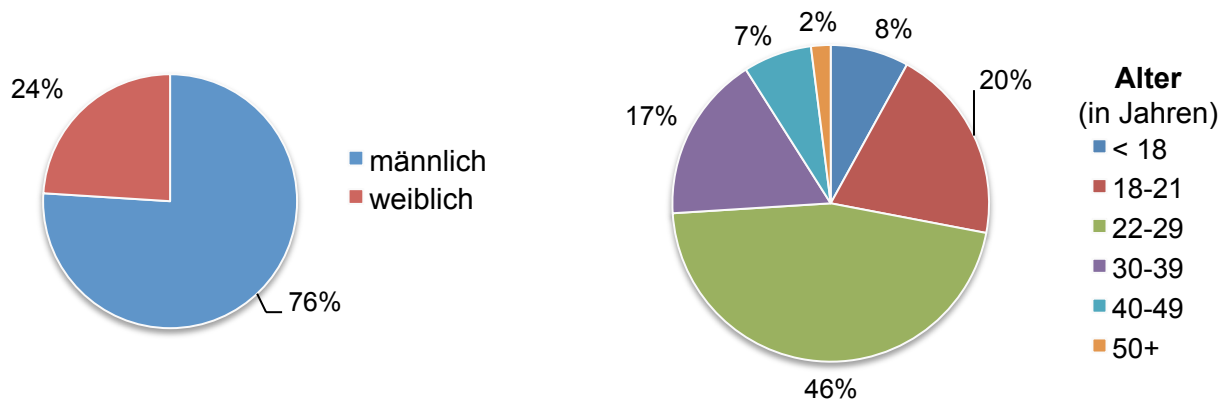


Abbildung 117: Geschlecht und Alter der Umfrageteilnehmer
(n=404)

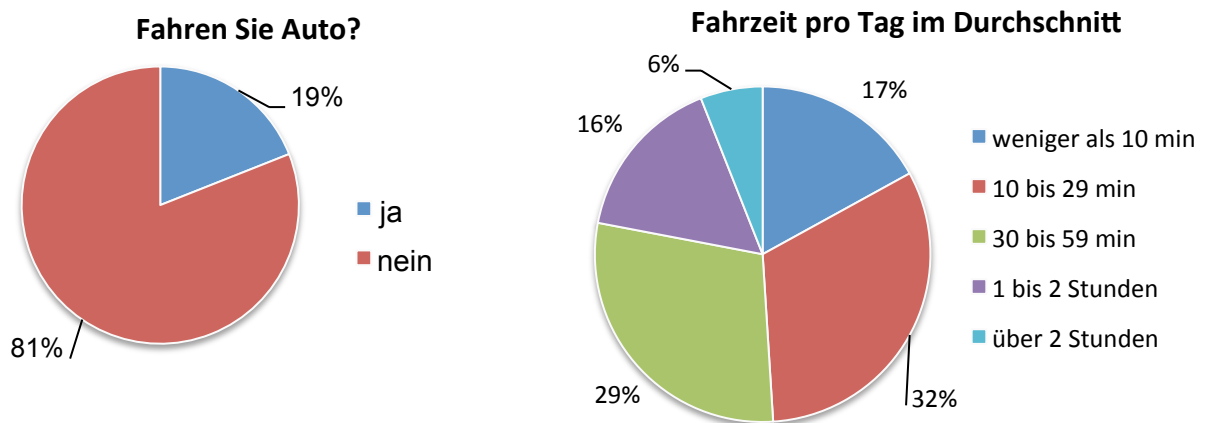


Abbildung 118: Fahrverhalten der Umfrageteilnehmer
(n=404; Autofahrer=327)

Inwiefern treffen die folgenden Aussagen auf Ihr Hörverhalten bei Musik zu?

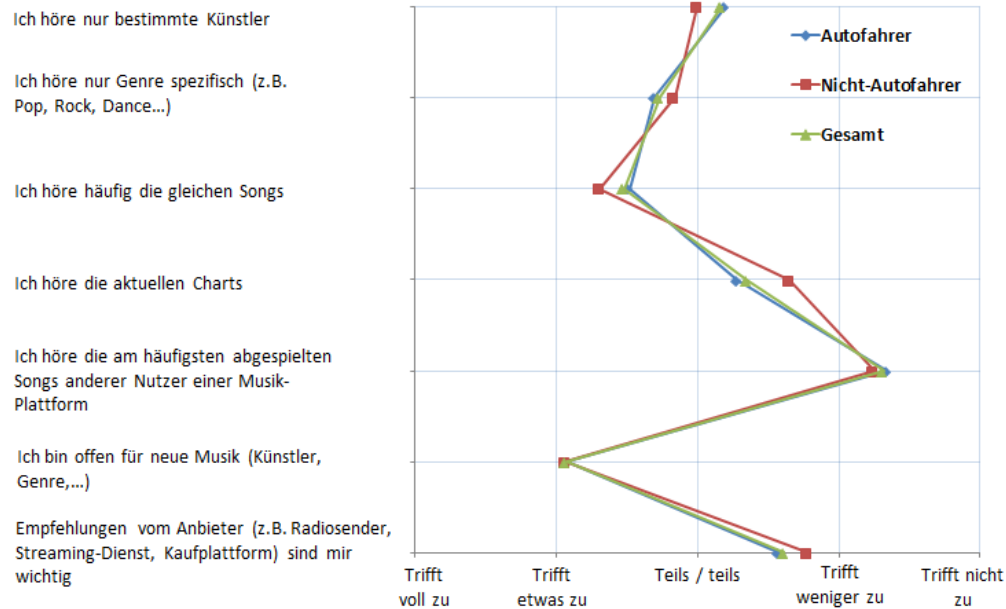


Abbildung 119: Hörverhalten von Musik
(n=404, Autofahrer=327, Nicht-Autofahrer=77)

In welchen Bereichen beim Radioprogramm ist Ihnen die persönliche Note, d.h. die Anpassung an Ihren Geschmack, wichtig?

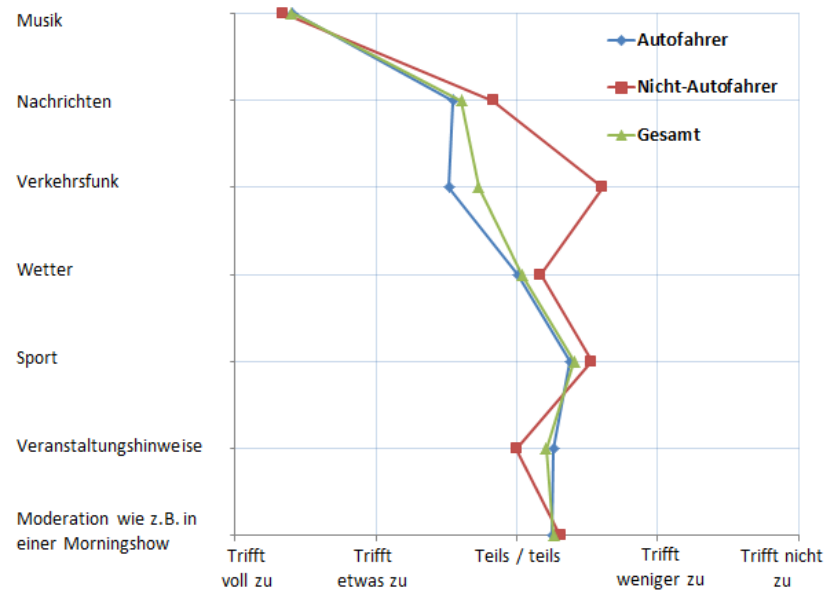


Abbildung 120: Personalisierung von Radioinhalten
(n=404, Autofahrer=327, Nicht-Autofahrer=77)

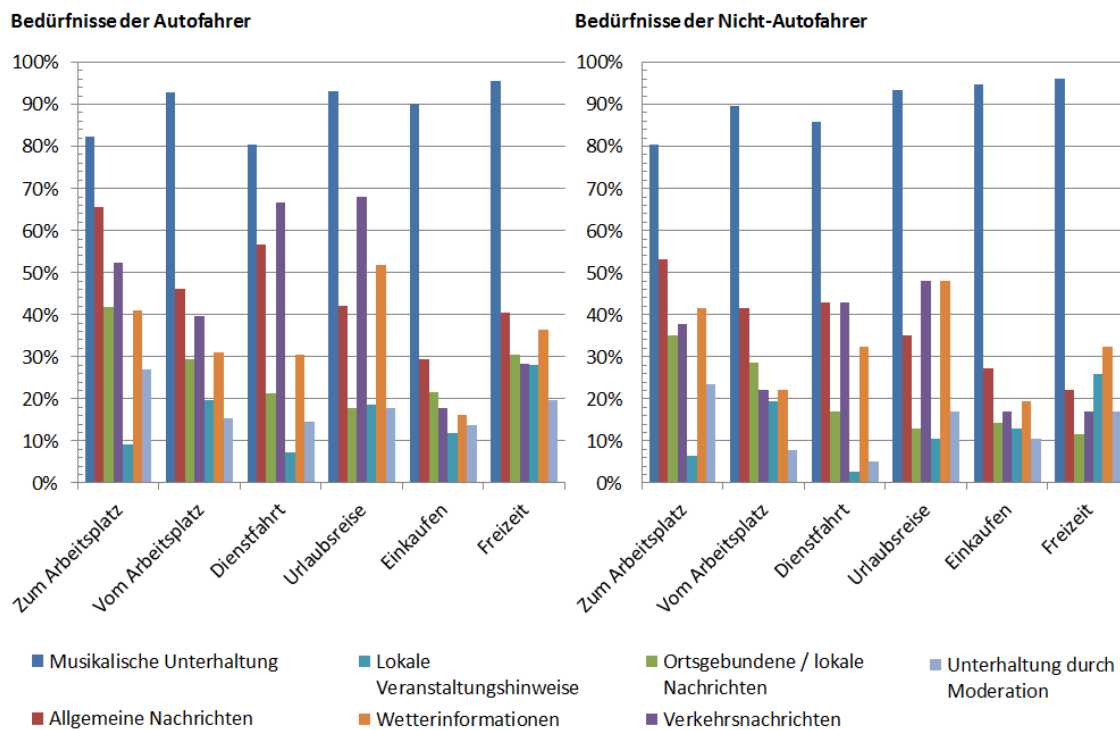


Abbildung 121: Bedürfnisse nach Fahrtmissionen
(n=404, Autofahrer=327, Nicht-Autofahrer=77)

A 14 Umfrage: Bewertung von kontextorientierter Musikeinspielung

Die Onlineumfrage wurde im Jahr 2014 an der TU Braunschweig durchgeführt. Es nahmen 111 Personen an der Umfrage teil von denen 100 vollständige Datensätze für die Auswertung herangezogen wurden.

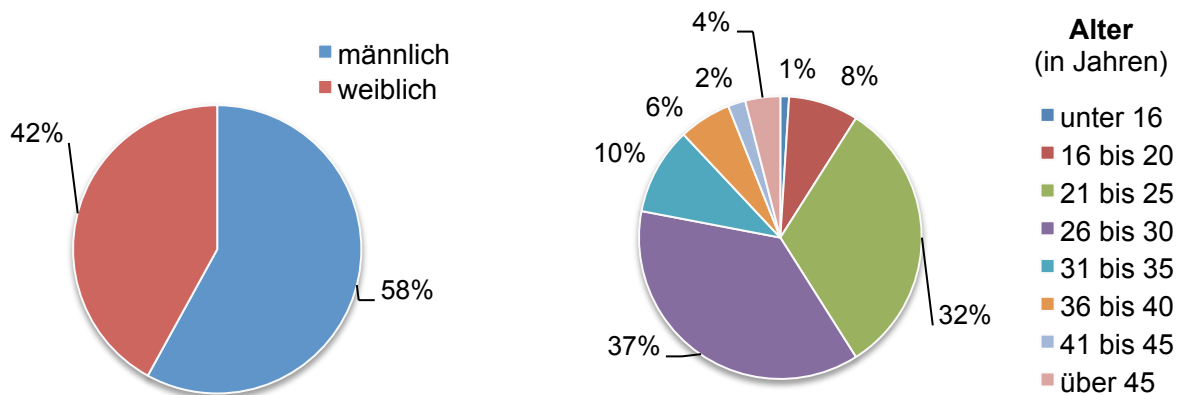


Abbildung 122: Geschlecht und Alter der Umfrageteilnehmer
(n=100)

Besitzen Sie einen Führerschein?

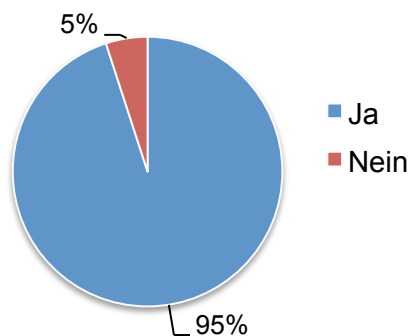


Abbildung 123: Besitz des Führerscheins
(n=100)

Wie regelmäßig fahren Sie Auto?

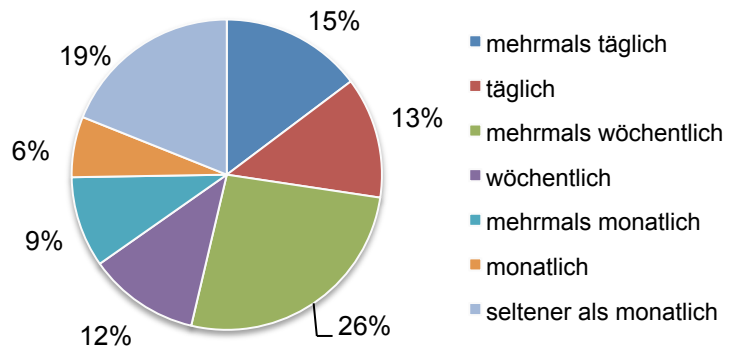


Abbildung 124: Regelmäßigkeit des Autofahrens
(n=95)

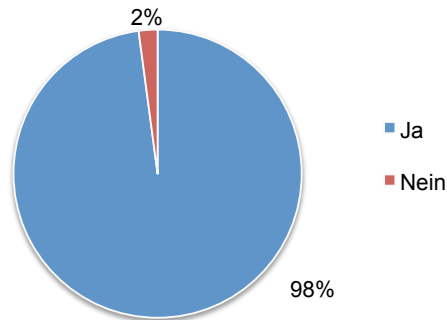
Hören Sie beim Autofahren Musik?

Abbildung 125: Musik hören bei Autofahrt
(n=95)

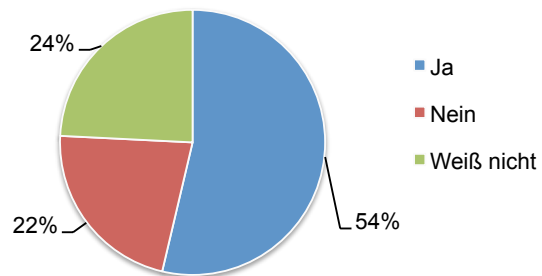
Halten Sie CAMRS im Fahrzeug für sinnvoll?

Abbildung 126: Bewertungs von CAMRS im Fahrzeug
(n=95)

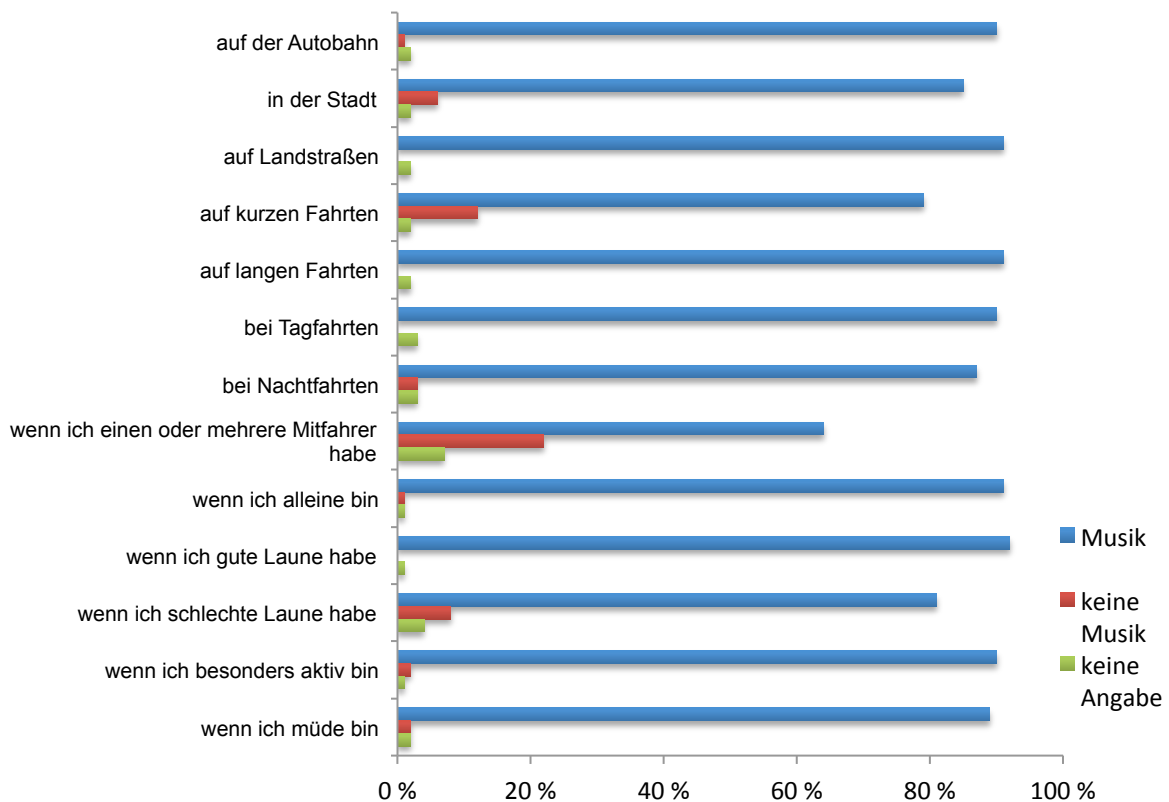
In welchen der folgenden Fahrsituationen hören Sie Musik und in welchen würden Sie Musik eher vermeiden?

Abbildung 127: Situationsbezogenes Musikhörverhalten
(n=95)

Wann erhöhen Sie die Lautstärke der Musik und wann verringern Sie sie?

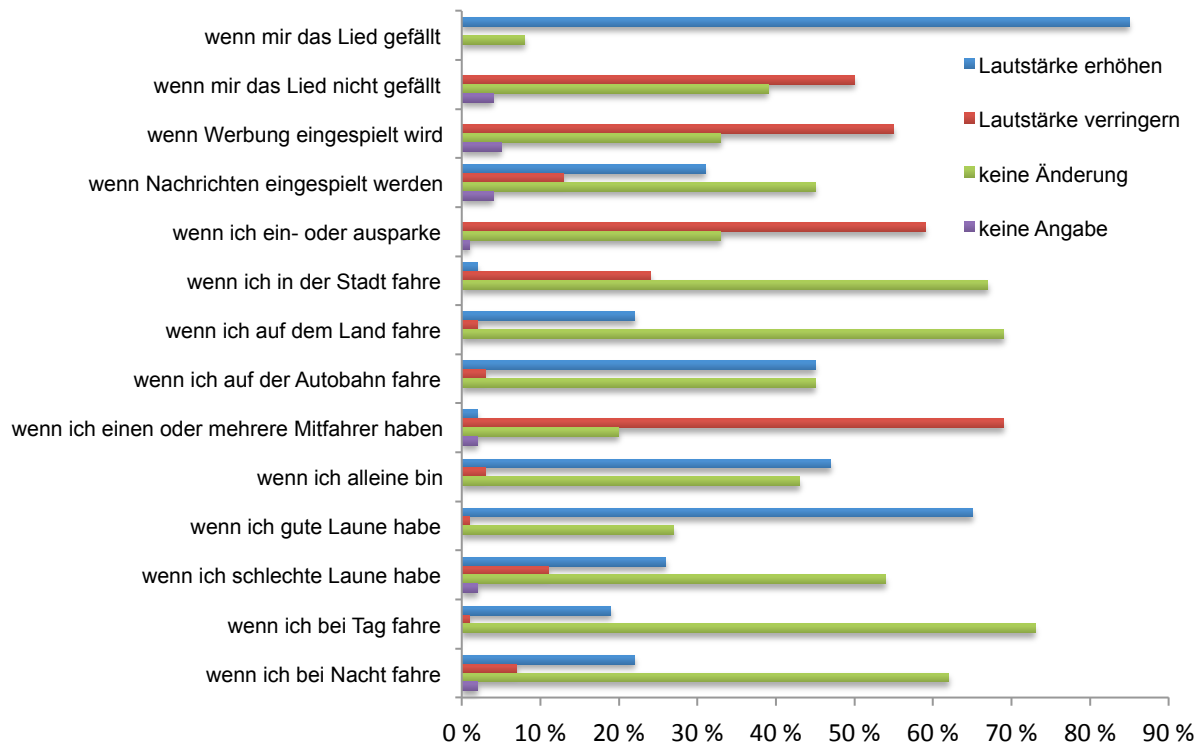


Abbildung 128: Situationsbezogene Lautstärkeregelung
(n=95)

In unterschiedlichen Fahrsituationen finde ich ein und dasselbe Lied unterschiedlich gut

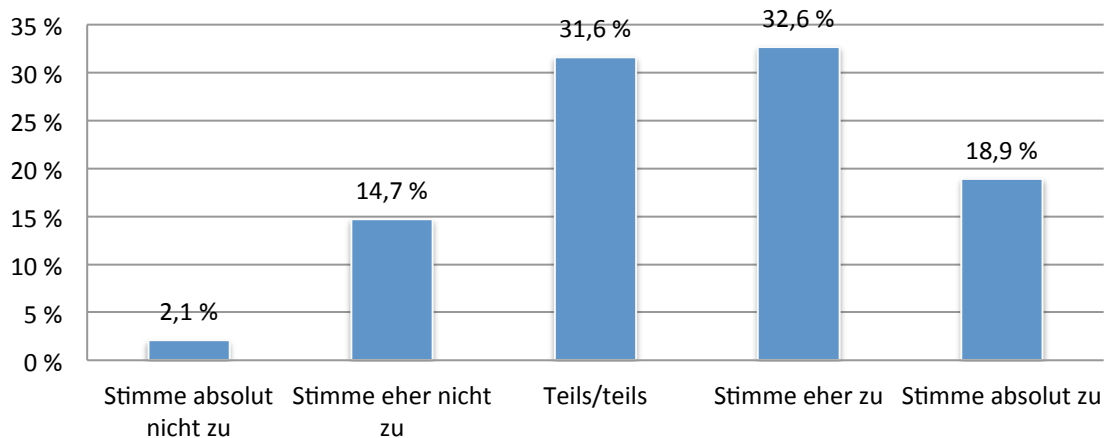


Abbildung 129: Situationsbezogene Titelpräferenz
(n=95)

A 15 Kontextfaktoren in AmbiTune

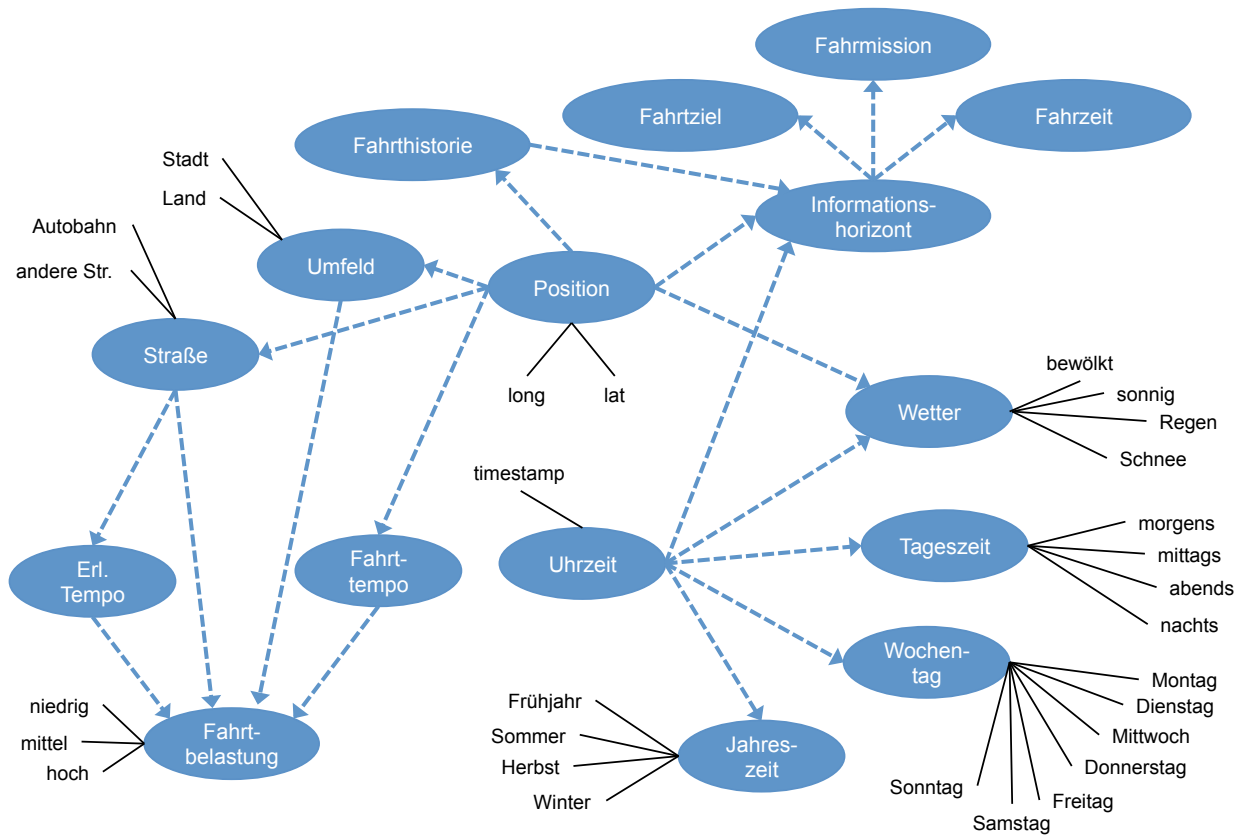


Abbildung 130: Verwendete Kontextfaktoren in der Anwendung AmbiTune
(Weiterhin wird die Ableitung der Kontextfaktoren von anderen Kontextfaktoren durch blaue Pfeile visualisiert)

A 16 Contextual Inquiries

Contextual Inquiry (deutsch: kontextuelles Interview) ist eine Beobachtungs- und Interviewmethode, die den Nutzer und sein Nutzungsverhalten gegenüber einem System in den Mittelpunkt stellen. Er wird beobachtet und befragt, wodurch sich neue Ideen für die Anpassung oder Neuentwicklung eines Systems ergeben. Dabei werden detaillierte Informationen erhoben, die aufzeigen auf welche Art Nutzer einen bestimmten Arbeitsprozess durchlaufen, welche Schritte sie tätigen bzw. nicht tätigen oder welche Hilfsmittel sie dabei verwenden. [Goode et al. 2014, S. 86f]

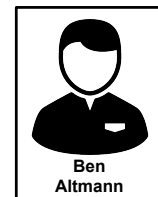
In diesem Fall wurden Fahrten mit unterschiedlichen Personengruppen durchgeführt und die Nutzung bzw. Bedienung der Musikwiedergabe im Fahrzeug beobachtet. An die Beobachtung schloss sich eine Befragung der beobachteten Personen an. Die Ergebnisse wurden in sechs Personas (A-F) festgehalten.

Persona A

Vorname, Name: Ben Altmann

Alter: 33 Jahre

Beruf: Gymnasiallehrer (Sport und Geschichte)



Ben ist ein sportlicher und agiler Typ, der gerne Neues ausprobiert. Beim Joggen hört er gerne Musik, dabei hat er sich eine Playlist angelegt, die Songs enthält, die zu seinem Laufrhythmus passen. Ben ist alleinstehend und geht in seinem Job als Lehrer voll auf. Jeden Tag fährt er 30 Kilometer von seinem kleinen Ort im Südharz zum Gymnasium, an dem er arbeitet. Dabei fährt er 5 Kilometer auf der Landstraße und kann die restlichen 25 Kilometer auf der Autobahn zurücklegen.

Wenn Ben ins Auto steigt ist er noch sehr müde. Um wach zu werden schaltet er daher das Radio ein. Die Frühflieger seines Lieblingssenders rütteln ihn wach, außerdem erhält er erste Nachrichten des Tages. Wenn das Radio gute Songs spielt, die ihn für den Tag beflügeln, behält er den Sender bei. Ansonsten wechselt er zu allen weiteren gespeicherten Sendern in seiner Liste. Findet er auch hier nichts, drückt er den CD-Button und hört seine Muntermacher. Wenn Ben nach der Arbeit gute Laune hat, behält er die Playlist seiner CD bei – hierauf sind besonders viele rhythmische Songs, die bei ihm ein gutes Gefühl auslösen. Manchmal ist Ben aber auch ziemlich schlecht gelaunt – das passiert meistens nach Elternabenden und elendig langen Diskussionen mit Erziehungsberichtigten, die alles besser wissen. Dann schaltet Ben das Radio ein. Oftmals ist die Musik in dem Moment aber völlig unpassend. Er schaltet von Sender zu Sender, bis er genug hat und fluchend das Radio ausstellt. Schimpfend braust er über die Autobahn. Doch solche Tage gibt es nicht allzu oft. Ben ist nur schwer aus der Ruhe zu bringen...

Persona B

Vorname, Name: Alfred Schuster

Alter: 56 Jahre

Beruf: Taxifahrer (seit 13 Jahren)



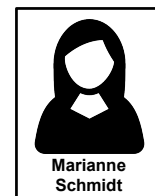
Alfred kennt sich aus in seiner Stadt, das Navigationsgerät ist dennoch eine Erleichterung für ihn. Manchmal nerven ihn die vielen Funkansagen aus der Zentrale. „Bald gehört das sowieso der Vergangenheit an“, sagt er. „Dann läuft alles nur noch über das Smartphone – per Kurznachricht“. Alfred fährt gerne Taxi. Er hört grundsätzlich Musik, aber ausschließlich über das Radio. „Das machen fast alle Kollegen so“, sagt er. Letztlich müsse man sich als Taxifahrer auf die Bedürfnisse der Mitfahrer einstellen – die geben schließlich das Trinkgeld. So hat er am Wochenende abends meistens Jugendsender eingeschaltet. Seine jungen Mitfahrer wollen gemeinsam zur Disco und erwarten gute Partystimmung. Geredet wird da eigentlich nicht viel. Laut muss die Musik sein und der Bass muss ordentlich „wummen“. Andere Mitfahrer, insbesondere im höheren Alter, wollen solche Musik natürlich nicht hören. Deswegen hat Alfred unterschiedliche Sender eingestellt, die jeweils den Geschmack seiner Klientel treffen könnten. Bei manchen Fahrten lernt Alfred sehr interessante Menschen kennen, mit denen er sich gut unterhält. Dann schaltet er automatisch die Musik leiser, sie ist dann völlig belanglos. Er ist froh, dass er nicht nur Jugendliche fahren muss. Denn irgendwann gehen ihm die jugendlichen Songs ein wenig auf die Nerven. „Immer dieses „BumBum“, sagt er. Wenn er alleine fährt, sucht er sich je nach seiner eigenen Stimmung einen der gespeicherten Sender aus. Irgendwas ist immer dabei. Aber ohne Radio? „Auf keinen Fall!“

Persona C

Vorname, Name: Marianne Schmidt

Alter: 48 Jahre

Beruf: Hausfrau



Wenn Marianne das Auto benutzt, dann um einkaufen zu fahren oder Freunde zu treffen. Es ist ein altes Modell. Nicht mal CDs kann sie darin abspielen. Im Kassettendeck steckt zwar ein Exemplar, das ihr Mann Ralf einmal für sie zusammengestellt hat, aber inzwischen kann sie die Lieder nicht mehr hören. Das neue Album von Helene Fischer gefällt ihr, aber bis sie das auf Kassette hat... Eigentlich ist ihr Musik im Auto sowieso nicht sehr wichtig. Sie konzentriert sich lieber auf die Straße und andere Verkehrsteilnehmer. Man weiß ja nie.

Wenn ihr mal nach Musik ist, dann schaltet sie das Radio ein. Was sie stört ist, wenn ihr Sohn Malte sich das Auto vorher ausgeliehen hatte und sein Radiosender ihr laut entgegen tönt. Sie hat keine Sender abgespeichert. Entsprechend muss sie dann erst einmal die Lautstärke herunter regeln und dann per Suchfunktion einen neuen Sender finden, der in etwa ihre Musik

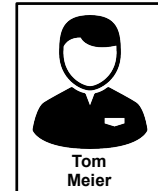
spielt - Schlager eben. Wenn sie eine Freundin mitnimmt, bleibt das Radio jedenfalls aus. Schließlich gibt es immer viel zu erzählen und diese Nebengeräusche sind auf Dauer richtig anstrengend. Das finden auch ihre Freundinnen. Vor allem wenn Marianne auf der Autobahn fahren muss oder im Dunkeln, ist sie voll konzentriert. Dann schaltet sie die Musik ab, um keine Fehler zu machen und nicht abgelenkt zu werden.

Persona D

Vorname, Name: Tom Meier

Alter: 22 Jahre

Beruf: Student (Maschinenbau)



Tom studiert seit zwei Jahren Maschinenbau. Da seine Eltern im Vorort der Stadt wohnen, ist er bisher noch nicht ausgezogen. Jeden Tag pendelt er mit seinem PKW zur Universität. Nach dem Abitur haben Toms Eltern ihm ein nagelneues Fahrzeug gekauft. Tom spielt Gitarre und hat einen ausgeprägten Musikgeschmack. Im Auto hat er verschiedene Möglichkeiten, um Musik zu hören. Das Radio ist dabei seine letzte Lösung. Er hat zwar einen CD-Player, allerdings schließt er lieber ein Speichermedium (USB-Stick, SD-Karte) an, um möglichst viele Titel zur Verfügung zu haben. Auf seinen Medien hat er sich bereits Playlisten angelegt. Sie sind nach Genre sortiert. Am liebsten hört er Rock-Musik. Aber das kommt auch immer ein wenig auf seine Stimmung an.

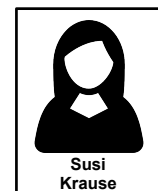
Tom hat in seinem Auto die Möglichkeit, sein iPhone mit dem Bordcomputer zu synchronisieren. Seit einiger Zeit ist das seine liebste Variante, um Musik im Auto zu hören. Denn auf seinem Smartphone hat Tom immer seine aktuellen Lieblingssongs. Weil die Bluetooth-Verbindung so viel Strom verbraucht, verbindet er sein Smartphone via Kabel. Das ist wiederum manchmal etwas sperrig. Aber besser, als zu viel Akkuleistung zu verbrauchen, die er tagsüber noch benötigt. Er sucht sich einen Ordner aus, der zu seiner Stimmung passt - sehr oft ist das „Rock the House“ - und stellt das Zufallsprinzip ein. Wenn ihm ein Song gerade nicht gefällt, schaltet er einfach ein Lied weiter. Weil er eigentlich immer alleine fährt, dreht er die Musik sehr laut auf, egal, ob er in der Stadt oder auf der Autobahn fährt. Kurz bevor er zuhause ankommt, dreht er sie allerdings wieder runter – seine Mutter schimpft jedes Mal, er könne so das Geschehen auf der Straße nicht registrieren und zerstöre sich zudem sein Gehör...

Persona E

Vorname, Name: Susi Krause

Alter: 26 Jahre

Beruf: Consultant (Berufseinsteigerin)



Susi hat nach langer Suche endlich einen Job gefunden. Die Mietpreise in München kann und will sie sich aber nicht leisten. Deswegen hat sie sich im Umland eine großzügige Wohnung

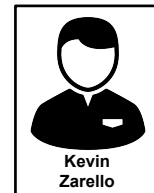
gemietet. Zur Arbeit fährt sie mit dem Auto. Sie ist eine Frühaufsteherin und immer die erste im Büro. Wenn sie losfährt, sind die Straßen noch frei. Beschwingt startet sie in den Arbeitstag. Ohne Musik ist der Start allerdings nur halb so schön. Sie hat einige CDs im Auto, auf denen Lieder sind, die sie einmal mochte bzw. die sie immer noch gerne hört. Einige Lieder ist sie inzwischen leid. Sobald sie starten, schaltet sie weiter. Wenn ein Song kommt, den sie besonders mag, pfeift sie oder singt sogar mit. Manchmal ist sie aber auch völlig unschlüssig, wonach ihr gerade der Sinn steht. Dann schaltet sie wild durch ihre favorisierten Radiosender, bis ein Song ihren aktuellen Geschmack bzw. ihre Stimmung trifft. Wenn sie früh am Morgen schon einen wichtigen Termin hat, schaltet Susi allerdings die Musik gänzlich aus. Dann nämlich geht sie noch einmal alle Punkte durch, die im Meeting wichtig sind und die sie ansprechen muss. Abends verlässt sie das Büro immer erst sehr spät. Trotzdem gerät sie regelmäßig in den Berufsverkehr. Diese nervige Angelegenheit würde sie sich gerne sparen. Stop and Go sind allerdings auf der Tagesordnung. Um sich abzulenken, schaltet sie meistens das Radio ein. Am Tag fehlt ihr oft die Zeit, sich zu informieren. Entsprechend sucht sie sich einen Nachrichtensender und lässt sich berieseln. Weil sie erschöpft ist, geht aber viel an ihr vorbei. Und plötzlich steht sie vor ihrer Haustür. Ein weiterer Arbeitstag ist zu Ende gegangen...

Persona F

Vorname, Name: Kevin Zarello

Alter: 18 Jahre

Beruf: Realschüler



Kevin geht noch zur Schule und hat kein eigenes Einkommen. Sein Vater Burkhard ist Abteilungsleiter in einem mittelständischen Unternehmen, das Bürsten für die Industrie herstellt. Burkhard hat einen Dienstwagen, der aufgrund des Leasing-Vertrages alle sechs Monate ausgewechselt wird. Daher ist die Technik des Fahrzeugs immer auf dem neuesten Stand. Manchmal darf Kevin sich den Dienstwagen seines Vaters ausleihen. Kevin mag Musik und ist technikaffin. Von einem Freund aus der Schule hat er von einer App gehört, die kontextsensitiv Musik für den Nutzer auswählt. Sie ist bislang nur in einer Beta-Version vorhanden. Der Bruder des Freundes studiert an der Technischen Universität Braunschweig und hat den beiden die Version zu Testzwecken zur Verfügung gestellt. Kevin hat sich ein paar Lieblingsgenre ausgesucht und die App bereits beim Joggen ausprobiert. Aber irgendwie passte der Rhythmus nicht immer zu seinem Laufstil und manche Songs, die das System vorgeschlagen hatte, waren auch einfach nicht sein Ding. Vor einigen Tagen hat er die App mit dem Bordcomputer des Dienstwagens synchronisiert. Aber irgendwie ist er auch hier etwas skeptisch. Manchmal spielt die App Songs, die absolut nicht seinen Geschmack treffen. Außerdem spielt sie Werbung ein, die gar nicht zum Genre bzw. der Stimmung eines Liedes passen. Das stört ihn.

A 17 Sekundärergebnisse des Projekts InCarMusic

*Tabelle 52: Identifizierte Zusammenhänge zwischen Kontext und Genrewahl
(in Anlehnung an [Baltrunas et al. 2011a, S. 96])*

Genre	Kontextfaktor	-	+
Blues	Fahrstil, Straßentyp, Schläfrigkeit	sportlich, Serpentine	entspannt, Autobahn
Klassik	Fahrstil, Schläfrigkeit, Wetter	sportlich, müde	entspannt, wach
Country	Schläfrigkeit, Fahrstil, Wetter	müde, sportlich	müde, entspannt
Disco/ Dance	Stimmung, Wetter, Schläfrigkeit	traurig, bewölkt, regnerisch	glücklich, sonnig
Hip Hop	Verkehrsbedingungen, Stimmung, Schläfrigkeit	viel Verkehr, Stau, traurig	freie Fahrt, glücklich
Jazz	Schläfrigkeit, Straßentyp, Wetter	müde, Stadt Autobahn	wach, sportlich
Metal	Fahrstil, Wetter, Schläfrigkeit	entspannt, verschneit	sportlich, bewölkt
Pop	Schläfrigkeit, Fahrstil, Straßentyp	müde, entspannt	wach, sportlich
Reggae	Schläfrigkeit, Fahrstil, Verkehrsbedingungen	müde, sportlich	wach, entspannt
Rock	Verkehrsbedingungen, Schläfrigkeit, Fahrstil	Stau, müde	freie Fahrt, viel Verkehr, wach

A 18 Valenz- und Energiewerte der Musik

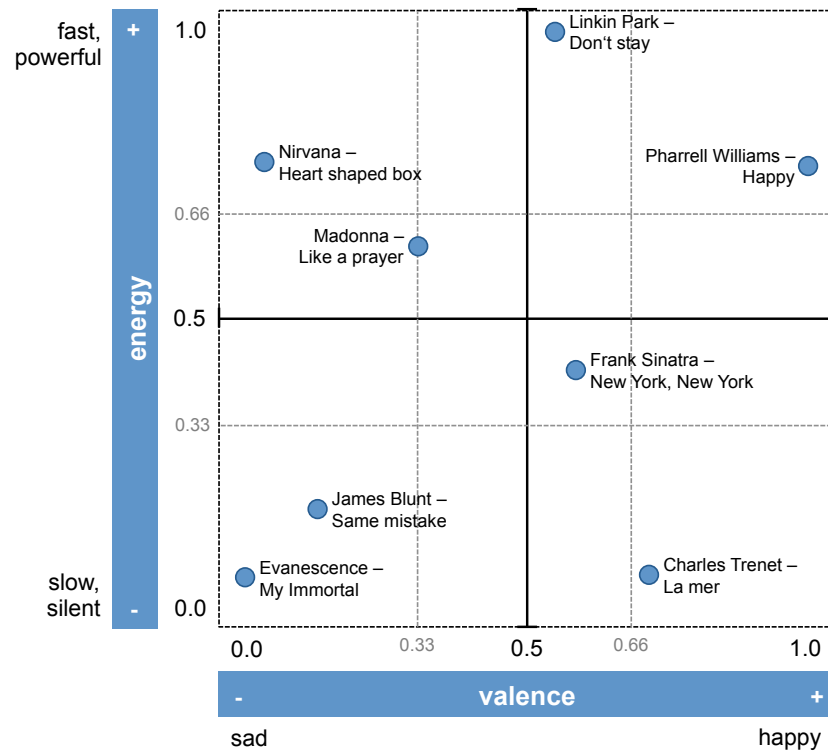


Abbildung 131: Einordnung ausgewählter Musiktitel nach Valenz und Energie
(Werte der The-Echo-Nest-Datenbank entnommen)

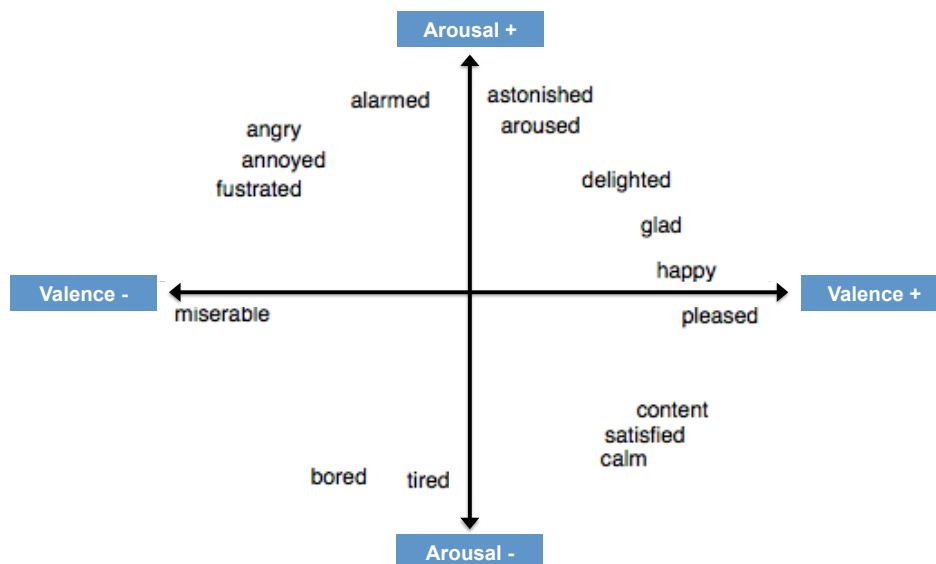
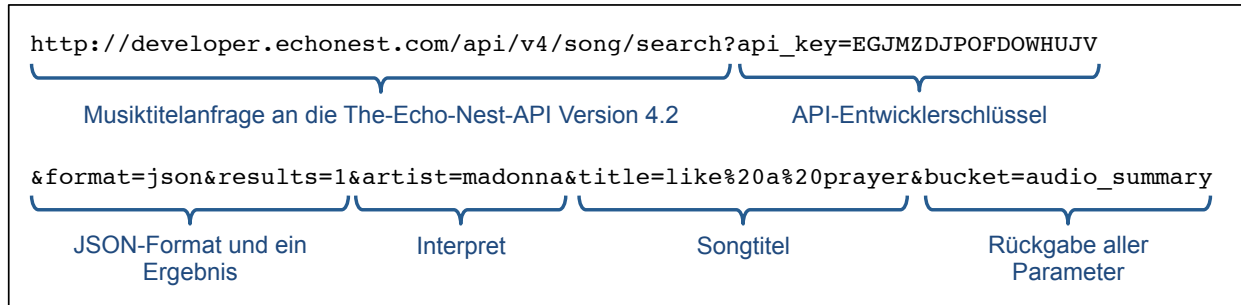


Abbildung 132: Valenz-Aktivierungs-Modell nach Russell
(in Anlehnung an [Russell 1980])

A 19 Abfragen der Musikmetadaten

1. The Echo Nest

Anfrage



Antwort*

```
{
  "response": {
    "status": {
      "version": "4.2",
      "code": 0,
      "message": "Success"
    },
    "songs": [
      {
        "artist_id": "ARBEOHF1187B9B044D",
        "artist_name": "Madonna",
        "id": "SOTPANK13E38C57A7D",
        "audio_summary": {
          "key": 5,
          "analysis_url": "http://echonest-analysis.s3.amazonaws.com/TR/wlzpzwioVWZgSjpbG8GD_pj2iEe3bqE4JzelkOjAU13Ofr6bKojB3Nmk8A6Q%3D%3D/3/full.json?AWSAccessKeyId=AKIAJRDFEY23UEVW42BQ&Expires=1437407150&Signature=0gSliakroltmxqGir7uKgFa67S8%3D",
          "energy": 0.61757,
          "liveness": 0.129745,
          "tempo": 111.935,
          "speechiness": 0.037427,
          "acousticness": 0.477171,
          "instrumentalness": 0.000182,
          "mode": 1,
          "time_signature": 4,
          "duration": 332.85179,
          "loudness": -12.613,
          "audio_md5": "cd7cd8c95b26da536701c7eeea9c454a",
          "valence": 0.326525,
          "danceability": 0.665263
        },
        "title": "Like A Prayer"
      }
    ]
  }
}
```

* Relevante Parameter sind hervorgehoben.

Weitere Informationen zur The-Echo-Nest-Song-API können folgender Homepage entnommen werden: <http://developer.echonest.com/docs/v4/song.html>.

2. Deezer

Anfrage

<http://api.deezer.com/track/664507>
Musiktitelanfrage an die Deezer-API über
Track-ID

Antwort*

```
{ "id": 664507, "readable": true, "title": "Like A Prayer", "title_short": "Like A
Prayer", "title_version": "", "isrc": "USWB10002775", "link": "http://www.deezer.com
/track/664507", "share": "http://www.deezer.com/track/664507?
utm_source=deezer&utm_content=track-664507&utm_term=0_1437481380&utm_medium=web"
, "duration": 341, "track_position": 1, "disk_number": 1, "rank": 903837,
"release_date": "1989-03-17", "explicit_lyrics": false, "preview": "http://cdn-
preview-d.deezer.com/stream/dc45313582f502030a4f07820dc4f97a-8.mp3", "bpm": 111,
"gain": -1.81, "available_countries": [ "AD", ... ], "contributors": [ { "id":
290, "name": "Madonna", "link": "http://www.deezer.com/artist/
290", "share": "http://www.deezer.com/artist/290?
utm_source=deezer&utm_content=artist-290&utm_term=0_1437481380&utm_medium=web",
"picture": "http://api.deezer.com/artist/290/image", "picture_small": "http://
cdn-images.deezer.com/images/artist/561b1a9b470c16eb02687be9160642dd/
56x56-000000-80-0-0.jpg", "picture_medium": "http://cdn-images.deezer.com/
images/artist/561b1a9b470c16eb02687be9160642dd/
250x250-000000-80-0-0.jpg", "picture_big": "http://cdn-images.deezer.com/images
/artist/561b1a9b470c16eb02687be9160642dd/500x500-000000-80-0-0.jpg", ... }
```

* Relevante Parameter sind hervorgehoben. Auszug aus der Antwort, einige Rückgabewerte wurden gekürzt.

Weitere Informationen zur Deezer-Track-API können folgender Homepage entnommen werden:

<https://developers.deezer.com/api/track>.¹¹⁷

¹¹⁷ Bei Deezer wird im Gegensatz zu The Echo Nest statt *Song* die Bezeichnung *Track* verwendet.

A 20 Veröffentlichungen im Rahmen der Forschung

Jahr	VHB WKWI ¹¹⁸	VHB JQ3 ¹¹⁹	Autoren	Titel	Veröffentlichung
2015	B	C	Helmholz, Patrick; Robra-Bissantz, Susanne	AmbiTune: Kontextorien- tierte Musikeinspielung im Fahrzeug	[Helmholz & Robra- Bissantz 2015a] Lecture Notes in Infor- matics (LNI) Proceed- ings, Vol. 246
2015	-	-	Helmholz, Patrick; Robra-Bissantz, Susanne	Jazz in der Stadt und Rock auf der Autobahn - von der kollaborativen zur kollabo- rativ-kontextorientierten Musikempfehlung	[Helmholz & Robra- Bissantz 2015b] Proceedings of 8. proWM Konferenz/Conference - 18. GeNeMe - Workshop
2014	A	B	Perl, Alexander; Helmholz, Patrick; Siemon, Dominik; Busse, Sebastian; Robra-Bissantz, Susanne	Situation-oriented Ubiquitous Information System Innovation – Leveraging User Integrati- on	[Perl et al. 2014] Proceedings of the 22nd European Conference on Information Systems (ECIS)
2014	B	C	Helmholz, Patrick; Vetter, Sebastian; Robra-Bissantz, Susanne	AmbiTune: Bringing Context-Awareness to Music Playlists while Dri- ving	[Helmholz et al. 2014] Lecture Notes in Compu- ter Science (LNCS) Pro- ceedings, Vol. 8463
2013	B	C	Helmholz, Patrick; Ziesmann, Edgar; Robra-Bissantz, Susanne	Context-awareness in the car: Prediction, evaluation and usage of route trajec- tories	[Helmholz et al. 2013] Lecture Notes in Compu- ter Science (LNCS) Pro- ceedings, Vol. 7939

¹¹⁸ Ranking vom Verband der Hochschullehrer für Betriebswirtschaft, Wissenschaftliche Kommission Wirtschaftsinformatik/Gesellschaft für Informatik (GI e.V.), Fachbereich Wirtschaftsinformatik 2008 (siehe www.kaifischbach.net/wkwi/orientierungslisten.pdf).

¹¹⁹ Ranking vom Verband der Hochschullehrer für Betriebswirtschaft, VHB-Jourqual3 (siehe www.vhbonline.org/service/jourqual/vhb-jourqual-3/gesamtliste).

A 21 Anmerkungen zur Arbeit

- Sämtliche in der Arbeit verwendeten Icons für Abbildungen und Modelle wurden der Icon-Datenbank „flaticon“ entnommen (siehe www.flaticon.com).
- Alle Studien wurden im Rahmen von Forschungen und Projekten der Technischen Universität Braunschweig, Institut für Wirtschaftsinformatik, Lehrstuhl Informationsmanagement durchgeführt wodurch sich die spezielle soziodemografische Zusammensetzung der Probanden ergibt.
- Abschnitte der Arbeit wurden in Kooperation mit der Konzernforschung der Volkswagen AG Wolfsburg im Rahmen des Projekthauses „back2car“ erarbeitet.